

明 細 書

プラズマ処理装置及びその電極構造

技術分野

- [0001] この発明は、処理ガスを電極間でプラズマ化し、被処理物の表面処理を行なうプラズマ処理装置に関する。

背景技術

- [0002] 例えば、特許文献1には、処理ガスを電極間の放電空間でプラズマ化して吹出し、搬送手段で送られて来た被処理物に当てる所謂リモート式のプラズマ処理装置が記載されている。該装置の電極は、2つの平らな電極板を平行に対向配置した構造になっている。通常、これら電極板は、被処理物の幅(搬送方向と直交する方向)以上の長さのものが用いられる。したがって、これら電極板の間の放電空間およびそれに連なるプラズマ吹出し口も、被処理物の幅寸法以上の長さになっている。これによって、電極間でプラズマ化した処理ガスを吹出し口の全長域から一様に吹出し、被処理物の全幅を一度にプラズマ処理できる。この結果、処理効率を向上させることができる。

特許文献2には、直流をインバータで連続波に変換し、一對の電極間に印加することにより、プラズマ表面処理を行なう装置が記載されている。

- [0003] 特許文献1:特開2002-143795号公報(第1頁、図4)

特許文献2:特開2003-2023800号公報(第1頁)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] 近年、液晶用ガラス基板などの被処理物は、大型化が進んでおり、例えば1辺が1.5m〜数mのものも登場して来ている。このような幅広・大面積の被処理物に対応するには、プラズマ処理装置の電極板を長尺化する必要がある。

しかし、電極板が長くなればなるほど、寸法精度を確保するのが難しくなるだけでなく、両電極板間に作用するクーロン力や、電極を構成する金属本体とその表面の固体誘電体との熱膨張率の違いや電極内部の温度差による熱応力等によって撓みや

すくなる。そのため、放電空間の厚さが不均一になりやすく、ひいては表面処理の均一性が損なわれやすい。クーロン力に対抗するには、電極板を厚肉にし剛性を高めることが考えられるが、そうすると電極重量が増大し、これを支える電極支持構造に負担が掛かるだけでなく、材料費や加工費も上昇してしまう。

また、電極が大型化すると電源からの単位面積あたりの供給電力が小さくなり、処理能力が低下してしまう。電源を大容量のものに替えればよいが、製造コスト等の面で容易でない。小容量電源でもこれを複数用意して1つの電極板に接続すれば全体の供給電力を増大させることができるが、その場合、これら複数の電源を互いに同期させる必要がある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第1特徴は、

処理ガスを放電空間でプラズマ化して吹出し、被処理物に当てることによりプラズマ処理を行なう装置に係り、特に、前記放電空間を形成する電極構造に係る。この電極構造は、一方向に並べられた複数の電極部材からなる第1電極列と、この第1電極列と平行に並べられた他の複数の電極部材からなる第2電極列と、を含んでいる。

前記並び方向の実質的に同じ位置に配置された第1、第2電極列の電極部材どうしが、互いに逆の極性を有して互いの間に前記放電空間の一部分となる列間部分隙間を構成している。

第1、第2電極列どうしの間に前記列間部分隙間を部分とする列間隙間が形成されている。すなわち、第1、第2電極列どうしの間には、複数の列間部分隙間を一系列に連ねてなる列間隙間が形成されている。

第1、第2電極列の電極部材の長さは、被処理物の寸法より短いことが望ましい。

第1、第2電極列の各々の長さは、全体として被処理物の寸法に対応する大きさであることが望ましい。

列間隙間は、列間部分隙間を複数一系列に並べることにより構成され、前記放電空間の略全部または大部分を構成する。

[0006] これによって、被処理物の略全幅を一度に処理でき、良好な処理効率を確保できるとともに、個々の電極部材の長さを被処理物の幅の数分の1程度に短くすることが

できる。或いは、被処理物の幅寸法に依らず、個々の電極部材をある短い長さにし、その並び数を調節することによって、被処理物の幅に対応させることができる。これによって、寸法精度の確保が容易になるだけでなく、クーロン力等による電極部材の撓み量を小さくでき、ひいては、表面処理の均一性を確保することができる。電極部材を厚肉にする必要もなく、重量増大を回避して支持構造への負担を軽減でき、材料費等の上昇を抑えることができる。

被処理物は、前記第1、第2電極列の延び方向(これら電極列の電極部材の並び方向)と交差するように相対移動されるのが好ましい。すなわち、プラズマ処理装置は、前記電極構造を含む放電処理部と、被処理物を前記放電処理部に対し前記電極構造の列間隙間と交差する方向に相対移動させる移動手段とを備えていることが望ましい。

[0007] 前記極性としては、電界印加極と接地極がある。そのうち電界印加極を構成する電極部材どうしが、互いに異なる電源に接続されていることが望ましい(図2参照)。これによって、大容量電源を用いなくても各電極部材の単位面積あたりの供給電力を十分に大きくでき、処理ガスを十分にプラズマ化でき、処理能力を高くすることができる。また、電源ごとに別の電極部材に電力供給するので、電源どうしを同期させる必要がない。

電界印加極を構成する電極部材どうしが、共通(単一)の電源に接続されていてもよい(図39参照)。

隣り合う列間部分隙間どうしは、直接または連通空間を介して連通されていてもよく(図2、図42参照)、隔壁で隔てられていてもよい。

[0008] 前記第1電極列と第2電極列の実質的に同位置において互いに対向する電極部材どうしのうち少なくとも一方の電極列の電極部材の対向面には、固体誘電体を設ける。固体誘電体は、アルミナ等の溶射膜にて構成されていてもよく、セラミック等の板にて構成され、この板を電極部材の表面に付設することにしてもよい。セラミック等の容器に電極部材を納め、このセラミック等の容器を固体誘電体層として機能させることにしてもよい。

第1電極列の電極部材と第2電極列の電極部材どうしが、前記並び方向にずれて

いてもよい(図33参照)。この場合、互いに長さの過半が対向している電極部材どうしが、「並び方向の実質的に同じ位置」に対向配置されたものに該当する。

各電極列における隣接電極部材どうし間の間隔は、処理条件等に応じて適宜設定される。

[0009] 前記並び方向に隣り合う電極部材どうしの極性が互いに逆(互い違い)になっていることが望ましく、前記第1電極列および／または第2電極列において前記並び方向に隣り合う電極部材どうしの間に列内隙間を形成することがより望ましい(図2参照)。これによって、この列内隙間をも前記放電空間の他の一部分とすることができ、被処理物において、該隣接電極部材どうし間の境に対応する箇所をも確実に表面処理することができ、処理の均一性を一層高めることができる。なお、前記並び方向に隣り合う電極部材どうし間に放電空間の他の一部分としての列内間隙が形成されている場合には、これら隣り合う電極部材のうち少なくとも一方の端面にも、固体誘電体を設ける。さらに、電界印加極と接地極のうち電界印加極を構成する電極部材どうしを互いに異なる電源に接続することにすれば、単位面積あたりの供給電力を十分に大きくでき処理能力を高くできるのは勿論のこと、電源どうしが同期していなくても、電界印加極どうしが直接隣接していないのでアークが発生するおそれがない。

[0010] 更に、前記第1電極列および／または第2電極列において前記並び方向に隣り合う電極部材のうち一方が、前記列間隙間を形成する第1面と、この第1面と角度をなす第2面を有し、他方の電極部材が、前記第1面と略面一をなして前記列間隙間を形成する第3面と、この第3面と角度をなして前記第2面と対向する第4面を有し、前記第2面と第4面との間に前記列内隙間が形成されていることが望ましい。

前記第1面と第2面が直角をなし、前記第3面と第4面が直角をなし、前記列内隙間が、前記列間隙間に対し直交していてもよい。

[0011] 前記第1面と第2面が鈍角をなし、前記第3面と第4面が鋭角をなし、前記列内隙間が、前記列間隙間に対し斜めをなしてもよい(図34参照)。これによって、第1面と第2面のなす鈍角側の角の部分でも良好な放電を起しやすくすることができ、処理抜けを防止することができる。

この場合、前記第1面と第2面のなす鈍角側の角が相対的に大きな曲率半径でR

面取りされ、前記第3面と第4面のなす鋭角側の角が相対的に小さな曲率半径でR面取りされていることが望ましい(図36参照)。これにより、第1面と第2面のなす鈍角側の角をより滑らかにできるとともに、第3面と第4面のなす鋭角側の角を出来る限り突き出させてこれら2つの角と他方の電極列の間の空間を狭くでき、ひいては、鈍角側の角の部分で良好な放電を確実に起しやすくすることができる。

前記第1面を有する電極部材の属する電極列とは反対の側の電極列において、前記第1面を有する電極部材と実質的に同じ位置の電極部材が、前記第1面から第3面の端部に跨るように配置されていてもよい(図34参照)。これによって、第1面と第2面のなす鈍角側の角の部分で良好な放電を一層起しやすくことができ、処理抜けを一層確実に防止することができる。

- [0012] 前記第1電極列および／または第2電極列において前記並び方向に隣り合う3つの電極部材どうしの間に2つの列内隙間が形成され、これら列内隙間が、前記列間隙間に対し互いに逆向きに傾斜されていてもよい(図37参照)。

上記電極列の両端部に配置されたもの以外の電極部材は、両端面が対称状に互いに逆向きに傾斜された台形状をなしていてもよく、平行四辺形状をなしていてもよく、その他の四角形状をなしていてもよい。

- [0013] 前記列内隙間の下流端は、処理ガスを前記列間隙間を介さずに吹出し可能に開口されていることが望ましい(図27、図35参照)。これによって、列内隙間でプラズマ化した処理ガスを列内隙間から直接的に吹出し、被処理物に当てることができる。

- [0014] 上記の互い違いの極性配置構造(図2等)に代えて、前記並び方向に隣り合う電極部材どうしが、同一極性になっていてもよい(図40参照)。

この場合、電界印加極と接地極のうち電界印加極を構成する電極部材どうしを、互いに異なる電源に接続することにしてもよい(図40参照)。これによって、単位面積あたりの供給電力を十分に大きくでき、処理能力を高くすることができる。

また、前記並び方向に隣り合う電界印加極の電極部材どうしの間には、絶縁性の隔壁を介在させるのが望ましい(図40参照)。これによって、電源どうしが同期していなくても、隣接電極部材どうし間にアークが発生するのを防止できる。前記並び方向に隣り合う接地極の電極部材どうしの間にも、絶縁性の隔壁を介在させることにしてもよ

い。

[0015] 前記放電空間の上流端には、処理ガス導入口を形成する導入口形成部が配され、前記放電空間の下流端には、吹出し口を形成する吹出し口形成部が配されているのが望ましい。そうすると、前記第1電極列及び第2電極列の延び方向すなわちこれら電極列の電極部材の並び方向は、前記処理ガス導入口から吹出し口への方向とは交差する方向になる。前記第1電極列の電極部材と第2電極列の電極部材どうしのうち前記並び方向の第1位置に配置されたものどうしは、互いに逆の極性を有して互いの間に前記放電空間の一部分となる第1列間部分隙間を形成している。また、第1電極列の電極部材と第2電極列の電極部材どうしのうち、前記第1位置の隣の第2位置に配置されたものどうしが、互いに逆の極性を有して互いの間に前記放電空間の他の一部分となる第2列間部分隙間を形成している。

更に、前記第1列間部分隙間における第2位置寄りの部位（隣寄りの部位）を通る処理ガス流を第2位置との境または第2位置の方向（隣方向）へ誘導するガス誘導手段を備えるのが望ましい（図5－図30参照）。第1列間部分隙間だけでなく、各列間部分隙間における隣の列間部分隙間寄りの側部を通る処理ガス流を、隣側へ誘導するガス誘導手段を付設するのが、より望ましい。

これによって、被処理物において、隣り合う列間部分隙間どうしの境に対応する箇所にもプラズマを十分に吹き付けることができ、処理ムラを防止することができる。ひいては、前記撓み抑制効果などと相俟って、表面処理の均一性を十分に確保することができる。

この場合、電界印加極の電極部材ごとに互いに異なる電源を接続することにすれば、各電源の容量を大きくすることなく、単位面積あたりの供給電力を十分に確保でき、しかも、これら電源を互いに同期させなくても済む。

[0016] 前記第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位の内部には、前記ガス誘導手段として、吹出し口へ向かうにしたがって第2位置方向へ傾くガス誘導面を有するガス誘導部材が設けられていてもよい（図5参照）。これによって、隣寄りのガス流を、ガス誘導面に沿って隣方向へ確実に誘導することができる。この場合、前記ガス誘導部材の前記ガス誘導面より吹出し口側には、ガス誘導面とは逆方向に傾くガス戻し面が形

成されていることが望ましい(図6参照)。これによって、隣方向へ向かう処理ガスの一部をガス誘導部材より吹出し口側へ回り込ませることができ、被処理物におけるガス誘導部材に対応する箇所にもプラズマを吹き付けることができ、処理ムラを確実に防止できる。

[0017] 前記ガス誘導手段は、前記導入口形成部(前記電極構造より処理ガス導入側)に設けられていてもよい。

例えば、前記導入口が、前記第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位への分岐口を有し、この分岐口が、第2位置方向へ傾けられることにより、前記ガス誘導手段を構成していてもよい(図9参照)。これによって、処理ガスを列間部分隙間どうしの境へ確実に誘導することができる。

[0018] 前記導入口における前記第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位と対応する位置に、前記ガス誘導手段として、第2位置方向へ傾けられた整流板が收容されていてもよい(図13参照)。これによって、処理ガスを列間部分隙間どうしの境へ確実に誘導することができる。

[0019] 前記ガス誘導手段が、前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間の境の前記導入口側の端部を塞ぐとともにそれより吹出し口側を開放する閉塞部を含んでいてもよい(図15参照)。これによって、処理ガスが列間部分隙間でのプラズマ化を経たうえで列間部分隙間どうしの境に流れて行くようにすることができる。

[0020] 前記導入口が、前記並び方向に延びるスリット状をなして第1列間部分隙間から第2列間部分隙間に跨っており、この導入口の前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間との境に対応する位置に前記閉塞部が收容されていてもよい(図15参照)。

前記電極構造には、第1電極列における第1位置の電極部材と第2位置の電極部材どうし間、及び第2電極列における第1位置の電極部材と第2位置の電極部材どうし間にそれぞれ挟まる一対の介在部と、これら介在部を繋ぐ連結部を有するスペーサが設けられ、前記連結部が、前記境の前記導入口側の端部に片寄って配置されることにより前記閉塞部として提供されていてもよい(図18参照)。処理ガスは、列間部分隙間を経て、前記境の前記連結部より吹出し口側の部分に流れて行く。

[0021] 前記ガス誘導手段が、前記吹出し口形成部(前記電極構造より吹出し側)に設けら

れ、第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位から出た処理ガスを第2位置方向へ誘導するようになっていてもよい(図21参照)。

この場合、前記ガス誘導手段が、第2方向へ傾くガス誘導面を有して、前記吹出し口内における前記第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位に対応する位置に配されていてもよい(図21参照)。これによって、プラズマ化された処理ガスを、被処理物における列間部分隙間どうしの境に対応する部分に確実に当てることができる。

- [0022] 前記ガス誘導手段が、前記吹出し口内における前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間との境に対応する位置に前記電極構造の側に片寄って配置され、前記境の吹出し口側の端部を塞ぐ閉塞部を含んでいてもよい(図26参照)。これによって、列間部分隙間どうしの境を流れて来た処理ガスが列間部分隙間へ流れてプラズマ化されるようにすることができ、列間部分隙間でのプラズマ化を経た処理ガスが閉塞部より下流側の吹出し口内に回り込むようにすることができる。

前記吹出し口が、スリット状をなして前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間に跨るようにして連なり、第1列間部分隙間から出た処理ガスが、隣方向(第2位置の方向)へ拡散するのを許容することにより前記ガス誘導手段を構成していてもよい(図27参照)。

- [0023] 前記吹出し口形成部が、多孔板を有し、この多孔板によって、第1列間部分隙間からの処理ガスが分散され、ひいては第2位置方向へも拡散されて吹出され、これによって、前記多孔板が、前記ガス誘導手段として提供されるようになっていてもよい(図23参照)。これによって、処理ガスを確実に均一化して吹出すことができ、処理ムラを確実に防止することができる。

- [0024] 前記吹出し口形成部の吹出し口における前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間どうしの境に対応する部位が、第1列間部分隙間に対応する部位よりも開口幅が大きくなっており、この開口幅の大きい部位が、前記ガス誘導手段として提供されるようになっていてもよい(図27参照)。これによって、これによって、吹出し口における第1、第2列間部分隙間どうしの境に対応する部位の流通抵抗を、第1列間部分隙間に対応する部位の流通抵抗より小さくでき、第1列間部分隙間でプラズマ化された処理ガスが、前記境に対応する部位に流れて行くようにすることができる。

[0025] 第1電極列における第1位置の電極部材と第2位置の電極部材どうしの極性が互いに逆になるとともにこれら電極部材どうしの間に列内隙間が形成されており、

第1電極列における第1位置の電極部材と第2位置の電極部材どうしの極性が互いに逆になるとともにこれら電極部材どうしの間に列内隙間が形成されており、

前記導入口形成部の導入口が、前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間に跨る列間導入口と、前記列内隙間に直接的に連なる列内導入口とを含んでいてもよい(図32参照)。

[0026] 本発明は、互いに対向して間に処理ガスの通路を形成する電界印加電極及び接地電極と、これら電極間に前記処理ガスをプラズマ化するための電界を印加する複数の電源装置と、これら電源装置を同期させる同期手段とを備えたプラズマ処理装置を第2の特徴とする(図44参照)。

これによって、各電源装置の容量が小さくても電極の単位面積あたりの供給電力を十分に大きくすることができ、処理能力を確保できるだけでなく、電源装置相互の位相のずれを無くすことができ、安定的なプラズマを得ることができる。これによって、良好なプラズマ表面処理を行なうことができる。

[0027] 前記複数の電源装置の各々が、商用交流電圧を直流に整流する整流部と、整流後の直流をスイッチングして交流電圧に変換するインバータを有し、前記同期手段が、各電源装置のインバータのスイッチング動作を互いに同期するように制御することが望ましい(図45ー図48参照)。これによって、複数の電源を確実に同期させることができる。インバータからの出力は、正弦波交流でもよく、パルス波交流や方形波交流等であってもよい。

[0028] 前記同期手段が、前記複数の電源装置のインバータのための共通のゲート信号出力部を有し、このゲート信号出力部からのゲート信号を各インバータのスイッチング素子のゲートに並列に入力するようになっていてもよく(図45)、或いは、各電源装置のインバータごとに設けられた複数のゲート信号出力部と、これらゲート信号出力部のための共通の同期信号供給部を有し、この同期信号供給部からの同期信号を各ゲート信号出力部に並列に入力し、これに応じて各ゲート信号出力部が、対応するインバータのスイッチング素子のゲートにゲート信号を入力するようになっていてもよい(

図46、図47参照)。

[0029] 前記電界印加電極と接地電極のうち少なくとも電界印加電極が複数の電極部材に分割され、各電極部材に電源装置が1つずつ接続されていてもよい。

すなわち、

第1、第2の分割電極部材を有する電界印加電極と、

この電界印加電極との間に処理ガスの通路を形成する接地電極と、

前記第1分割電極部材と接地電極の間に前記処理ガスをプラズマ化するための電界を印加する第1電源装置と、

前記第2分割電極部材と接地電極の間に前記処理ガスをプラズマ化するための電界を印加する第2電源装置と、

前記第1電源装置と第2電源装置を同期させる同期手段と、を備えていてもよい(図44参照)。

これによって、各分割電極部材を小型にすることができ、自重や対向電極間に生じるクーロン力等による撓みを小さくすることができる。

[0030] 前記第1電源装置が、商用交流電圧を直流に整流する第1整流部と、整流後の直流をスイッチングして交流電圧に変換する第1インバータを有し、前記第2電源装置が、商用交流電圧を直流に整流する第2整流部と、整流後の直流をスイッチングして交流電圧に変換する第2インバータを有し、前記同期手段が、第1インバータと第2インバータのスイッチング動作を互いに同期するように制御することが望ましい(図45～図48参照)。

[0031] 前記複数の分割電極部材が、一列に並んでおり、この列と平行に接地電極が配されていてもよい(図44参照)。この場合でも、前記同期手段によって、分割電極部材間に電位差が生じるのを防止でき、これら分割電極部材間にアークが発生するのを防止できる。これによって、分割電極部材どうしの間隔を狭くすることができる。当接することもできる。よって、これら分割電極部材間に対応する部分の処理ムラを防止することができ、良好なプラズマ表面処理を確実に行なうことができる。なお、この場合の接地電極は、一体物でもよく接地分割電極部材に分割されていてもよい。また、電界印加分割電極部材と接地分割電極部材は、並び方向の同位置に配置されたも

のどうしが正対していてもよく、並び方向にずれて配置されていてもよい。

電界印加電極が複数の電極部材に分割されておらず一体物であり、この1つの電界印加電極に前記複数の電源装置が接続されていてもよい。この場合でも、複数の電源装置が同期しているので、電界が不安定になるのを防止できる。

[0032] 前記同期手段が、前記第1、第2インバータのための共通のゲート信号出力部を有し、このゲート信号出力部からのゲート信号を第1、第2インバータのスイッチング素子のゲートに並列に入力するようになっていてもよい(図45参照)。或いは、前記同期手段が、第1ゲート信号出力部と、第2ゲート信号出力部と、これら第1、第2ゲート信号出力部のための共通の同期信号供給部を有し、この同期信号供給部からの同期信号を第1、第2ゲート信号出力部に並列に入力し、これに応じて、第1ゲート信号出力部が、第1インバータのスイッチング素子のゲートにゲート信号を入力するとともに、第2ゲート信号出力部が、第2インバータのスイッチング素子のゲートにゲート信号を入力するようになっていてもよい(図46、図47参照)。

[0033] 前記第1電源装置が、第1分割電極部材と第1電源装置の出力トランスの二次コイルとで構成された第1LC共振回路の共振周波数で駆動される共振形高周波電源であってもよく、前記第2電源装置が、第2分割電極部材と第2電源装置の出力トランスの二次コイルとで構成された第2LC共振回路の共振周波数で駆動される共振形高周波電源であってもよい。この場合、前記同期手段は、第1インバータの出力波形(第1電源装置の出力トランスの一次電流波形)を検出し、この検出信号に基づいて発振周波数を補正し、この補正後の発振周波数に基づく同期信号を共通同期信号供給部から第1、第2ゲート信号出力部に並列に入力し、これに応じて、第1ゲート信号出力部が、第1インバータのスイッチング素子のゲートにゲート信号を入力するとともに、第2ゲート信号出力部が、第2インバータのスイッチング素子のゲートにゲート信号を入力するようになっていてもよい(図48参照)。

[0034] 前記第1分割電極部材と接地電極との静電容量が、前記第2分割電極部材と接地電極との静電容量より大きい場合には、前記第2電源装置の出力電圧の立ち上り及び／又は立ち下り時間を前記第1電源装置より長くしたり(図49参照)、前記第2分割電極部材にコンデンサを並列接続したりしてもよい(図50参照)。これによって、第1

分割電極部材と第2分割電極部材に印加される電圧波形を互いに合致させることができる。

- [0035] 本発明のプラズマ処理は、好ましくは、大気圧近傍の圧力下(略常圧)で実行される。大気圧近傍とは、 $1.013 \times 10^4 \sim 50.663 \times 10^4 \text{ Pa}$ の範囲を言い、圧力調整の容易化や装置構成の簡便化を考慮すると、 $1.333 \times 10^4 \sim 10.664 \times 10^4 \text{ Pa}$ (100～800Torr)が好ましく、 $9.331 \times 10^4 \sim 10.397 \times 10^4 \text{ Pa}$ (700～780Torr)がより好ましい。

本発明は、好ましくは、大気圧グロー放電すなわち大気圧近傍の圧力下でグロー放電を起こすことによりプラズマを発生させ、処理を実行する。

発明を実施するための最良の形態

- [0036] 以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

図1～図3は、第1実施形態に係るリモート式常圧プラズマ処理装置を示したものである。この装置の被処理物Wは、例えば大型の液晶用ガラス基板であり、その幅方向(図2、図3において左右方向、図1において紙面と直交する方向)の寸法は、1.5m程度である。被処理物Wは、加熱されていてもよく、冷却されていてもよく、常温に保たれていてもよい。

- [0037] 図1に示すように、プラズマ処理装置は、ノズルヘッド1と、処理ガス源2と、3つ(複数)の電源3A、3B、3Cと、搬送手段4とを備えている。

ノズルヘッド1は、図示しない支持手段によって、吹出し方向を下方に向けるようにして支持されている。

処理ガス源2には、処理目的に応じた処理ガスが蓄えられている。

電源3A、3B、3Cは、互いに同一のパルス状電圧を出力するようになっている。このパルスの立上がり時間及び／又は立下り時間は、 $10 \mu\text{s}$ 以下、後記列間部分隙間33pでの電界強度は $10 \sim 1000 \text{ kV/cm}$ 、周波数は 0.5 kHz 以上であることが望ましい。

なお、パルス波に代えて、高周波などの連続波電源を用いることにしてもよい。

搬送手段4は、例えばローラコンベアからなり、被処理物のガラス基板Wを前後方向(図1において左右方向)に搬送してノズルヘッド1の下側に通すようになっている。

。このガラス基板Wに、ノズルヘッド1でプラズマ化された処理ガスが吹き付けられ、プラズマ表面処理が略常圧下で行なわれるようになっている。勿論、ガラス基板Wが固定され、ノズルヘッド1が移動するようになっていてもよい。搬送手段4として、ベルトコンベアや、上下のローラでワークを挟んで搬送するもの等の他の搬送手段で構成してもよい。

[0038] リモート式常圧プラズマ処理装置のノズルヘッド1について詳述する。

図1および図2に示すように、ノズルヘッド1は、上側の処理ガス導入部20と、下側の放電処理部30とを備え、前記ガラス基板Wの搬送方向(図2、図3において上下方向)と直交する左右方向に長く延びている。

[0039] 処理ガス導入部20は、左右(図1において紙面と直交する方向)に延びる2本のパイプ21, 22からなるパイプユニット25と、その上下に設けられた左右細長のチャンバー23, 24とを有している。パイプユニット25には、各パイプ21, 22から上側のチャンバー23に貫通するスポット状の孔25aが長手方向に沿って短間隔置きに多数形成されている。一方のパイプ21の左端(図1において紙面手前)と他方のパイプ22の右端(図1において紙面奥)に、ガス供給路2aを介して処理ガス源2が連なっている。処理ガス源2からの処理ガスは、パイプ21, 22内を互いに逆方向に流れながら、各スポット孔25aを通して上側のチャンバー23に入る。その後、パイプユニット25の前後両脇のスリット状の隙間20aを経て、下側のチャンバー24に入る。これによって、処理ガスが、処理ガス導入部20の左右長手方向の全ての位置で均一化され、放電処理部30に導入されるようになっている。

[0040] 放電処理部30は、フレーム40と、このフレーム40に収容された電極ホルダ48と、このホルダ48の内部に設けられた電極ユニット(電極構造)30Xと、下板49を備えている。フレーム40は、それぞれ剛性金属からなる上板41と側板42を含んでいる。ホルダ48は、セラミックや樹脂などの絶縁材料からなる一対の逆L字断面の部材を含んでいる。

[0041] フレーム40の上板41には、チャンバー24に連なるとともに左右(図1において紙面と直交する方向)に延びるスリット状の貫通孔41aが形成されている。ホルダ48の一対の逆L字断面部材の上辺部どうし間には、上記貫通孔41aに連なるとともに左右に

延びるスリット状の間隙48aが形成されている。これら貫通孔41aと間隙48aとにより左右に延びるスリット状の処理ガス導入口43aが構成されている。フレーム40の上板41とホルダ48の一对の逆L字断面部材の上辺部とにより、導入口形成部43が構成されている。

絶縁材料からなる下板49は、左右に延びるスリット状の吹出し口49aを有し、吹出し口形成部を構成している。

処理ガス導入口43aを有する導入口形成部43と吹出し口49aを有する下板49は、電極ユニット30Xを上下から挟むように配置されている。

[0042] 次に、電極ユニット30Xについて詳述する。

図1及び図2に示すように、電極ユニット30Xは、前後に対向する一对の電極列31X, 32Xを含んでいる。各電極列31X, 32Xは、それぞれ左右に延びている。前側の第1電極列31Xは、左右に並べられた3つ(n個)の電極部材31A, 31B, 31Cにて構成されている。後側の第2電極列32Xは、第1電極列31Xと平行をなすように左右に並べられた3つ(n個)の電極部材32A, 32B, 32Cにて構成されている。これら電極列31X, 32Xどうしの間に左右に一直線をなすスリット状の列間隙間33sが形成されている。

[0043] 各電極部材31A〜32Cは、銅、アルミニウム等の金属単体、ステンレス、黄銅等の合金、金属間化合物等の導電材料によって構成されている。各電極部材31A〜32Cは、左右細長の厚い平板状をなしている。その左右方向の長さは、被処理物Wの左右方向の幅寸法の3分の1(n分の1)程度である。3つの電極部材からなる電極列全体の長さひいては列間隙間33sの長さは、被処理物Wの幅寸法より少し大きくなっている。

電極部材31A〜32Cの長さは、それぞれ例えば五十数cmであり、3つの電極部材を長手方向に並べることで電極ユニット30X全体で約1.5mの有効処理幅が形成されている。

なお、電極部材どうしの長さは、互いに同一になっていなくてもよいが、互いに対向する電極部材どうしは、同長であることが望ましい。

[0044] 図1および図2に図示するように、各電極部材31A〜32Cには、アーク放電の防止

のために、アルミナなどの溶射膜からなる固体誘電体層34が被膜されている。(なお、図3以降の図面では、固体誘電体層34の図示を適宜省略し、必要に応じて図示する。)

固体誘電体層34は、電極部材における他方の電極列との対向面と長手方向の両端面と上下両面の全体を覆うとともに、これら面から背面の四辺にも及んでいる。固体誘電体層34の厚さは0.01〜4mm程度が好ましい。固体誘電体として、アルミナの他に、セラミックスや樹脂等の板状物、シート状物、フィルム状のものをを用いて電極部材の外周面を被覆してもよい。背面における固体誘電体層34の幅は、1mm以上が好ましく、3mm以上がより好ましい。なお、図1、図2において、固体誘電体層34の厚さは誇張して示してある。

各電極部材31A〜32Cの角は、アーク防止のためにR取りされている。このRの曲率半径は、1〜10mmが好ましく、2〜6mmがより好ましい。

[0045] 図2に示すように、2つの電極列31X, 32Xにおいて左右同位置に配された電極部材31Aと32A, 31Bと32B, 31Cと32Cは、それぞれ前後に正対している。

すなわち、電極ユニット30Xの左側の位置に配された電極部材31Aと電極部材32Aは、前後に正対している。これら電極部材31A, 32Aどうしの間に上記列間隙間33sの左側の部分となる列間部分隙間33pが形成されている。中央の位置に配された電極部材31Bと電極部材32Bは、前後に正対し、これら電極部材31B, 32Bどうしの間に列間隙間33sの中央の部分となる列間部分隙間33pが形成されている。右側の位置に配された電極部材31Cと電極部材32Cは、前後に正対し、これら電極部材31C, 32Cどうしの間に列間隙間33sの右側の部分となる列間部分隙間33pが形成されている。各列間部分隙間33pの厚さ(前後の対向電極部材間の距離)は、1mm〜3mm程度が好ましく、1mm〜2mm程度がより好ましい。

[0046] 左側の列間部分隙間33pと中央の列間部分隙間33pの境には、4つの電極部材31A, 31B, 32A, 32Bの角によって連通空間33rが形成されている。この連通空間33rを介して左側の列間部分隙間33pと中央の列間部分隙間33pが一直線に連通されている。同様に、中央の列間部分隙間33pと右側の列間部分隙間33pの境には、これら列間部分隙間33p, 33pを連ねる連通空間33rが4つの電極部材31B, 31C,

32B, 32Cによって形成されている。

左側、中央部、及び右側の3つの列間部分隙間33pと、これらを連なる2つの連通空間33rによって、上記列間隙間33sが構成されている。

図1に示すように、この列間隙間33sの上端開口の全長が、ガス導入口43aに連なり、下端開口の全長が、吹出し口49aに連なっている。

なお、下板すなわち吹出し口形成部材49を省略し、列間隙間33sの下端開口自体が吹出し口を構成し、この列間隙間33sの下端開口から処理ガスが直接的に吹き出されるようにしていてもよい。

[0047] 図2に示すように、第1電極列31Xにおいて左側と中央部の隣り合う電極部材31A, 31Bどうしの間には、列内隙間33qが形成されている。この列内隙間33qは、左側の連通空間33rに連なっている。中央部と右側の電極部材31B, 31Cどうしの間にも、列内隙間33qが形成され、この列内隙間33qは、右側の連通空間33rに連なっている。

同様に、第2電極列32Xにおいて隣り合う電極部材32A, 32B, 32Cどうしの間にも、列内隙間33qがそれぞれ形成され、この列内隙間33qが、対応する連通空間33rに連なっている。

各電極部材31A〜32Cの列内隙間33q形成面は、列間部分隙間33p形成面に対し直角をなしている。列内隙間33qは、列間隙間33sに対し直交している。列内隙間33qの厚さは、1〜3mm程度が好ましい。

[0048] 各列内隙間33qには、隣り合う電極部材どうし間の間隔を維持する小スペーサ36が設けられている。スペーサ36は、セラミックなどの絶縁性かつ耐プラズマ性の材料で構成されている。スペーサ36は、電極部材の背面寄り(他方の電極列とは逆側寄り)に片寄って配置され、これにより、空間としての列内隙間33qが確保されている。空間としての(スペーサ36の幅を差し引いた)列内隙間33qの奥行きは、例えば5mm程度である。列内隙間33qの厚さ(左右の隣接電極部材間の距離)は、上記列内隙間33qないしは列間部分隙間33pと同程度にしてもよく、それより例えば1mm〜3mm程度大きくしてもよい。

[0049] 図2に示すように、電極ユニット30Xは、互い違いの極性配置構造をなしている。す

なわち、前後に対向する電極部材どうしの一方は、電界印加極となり、他方は、接地極となり、互いに逆の極性を有している。しかも、左右に隣接する電極部材どうしは、互いに逆極性になっている。

詳述すると、電極ユニット30Xの左側部において、前側の電極部材31Aは、給電線3aを介してパルス電源3Aに接続され、後側の電極部材32Aは、接地線3cを介して接地されている。これによって、電極ユニット30Xの左側の列間部分隙間33pでは、電源3Aから電極部材31Aへのパルス電圧によりパルス電界が形成され、グロー放電が起きようになっている。

電極ユニット30Xの中央部において、電極部材31Bは、接地線3eを介して接地され、電極部材32Bは、給電線3bを介してパルス電源3Bに接続されている。電源3Bからのパルス電圧により、中央の列間部分隙間33pでパルス電界が形成されグロー放電が起きようになっている。

電極ユニット30Xの右側部において、電極部材31Cは、給電線3cを介してパルス電源3Cに接続され、電極部材32Cは、接地線3eを介して接地されている。電源3Cからのパルス電圧により、右側の列間部分隙間33pでパルス電界が形成されグロー放電が起きようになっている。

これにより、電極ユニット30Xの3つの列間部分隙間33pが、それぞれ放電空間の一部分となり、ひいては、列間隙間33sの略全体が、放電空間となるようになっている。

[0050] さらに、電源3A, 3B, 3Cからの電圧により、電極ユニット30Xの4つの列内隙間33qでも、同様にパルス電界が形成されグロー放電が起きようになっている。これにより、列内隙間33qも電極ユニット30Xの放電空間の一部分となっている。これら列間部分隙間33qは、左側の中央の列間部分隙間33pの切れ目及び中央と右側の列間部分隙間33pの切れ目を繋ぎ、これにより、放電空間が、電極ユニット30Xの左右方向の略全長にわたって連続化されている。

電界印加極を構成する3つの電極部材31A, 32B, 31Cは、互いに異なる電源3A, 3B, 3Cに接続されている。

電極ユニット30Xの左側部を「第1位置」とし、左側の列間部分隙間33pを「第1列

間部分隙間」とすると、中央部が「第1位置の隣の第2位置」となり、中央の列間部分隙間33pが「第2列間部分隙間」となる。

電極ユニット30Xの中央部を「第1位置」とし、中央の列間部分隙間33pを「第1列間部分隙間」とすると、左側部又は右側部が「第1位置の隣の第2位置」となり、左側又は右側の列間部分隙間33pが「第2列間部分隙間」となる。

電極ユニット30Xの右側部を「第1位置」とし、右側の列間部分隙間33pを「第1列間部分隙間」とすると、中央部が「第1位置の隣の第2位置」となり、中央の列間部分隙間33pが「第2列間部分隙間」となる。

[0051] なお、図1に図示(図2以降において省略)するように、ノズルヘッド1の放電処理部30には、フレーム40の側板42に樹脂製のボルトカラー603を介して引っ掛けられるとともに各電極部材31A〜32Cにねじ込まれて該電極部材を前後外側へ引く引きボルト(引きネジ部材)601と、ホルダ48を介して電極部材を前後内側へ押す押しボルト(押しネジ部材)602とが、左右に間隔を置いて設けられている。これらボルト601、602によって、各電極部材31A〜32Cの前後位置ひいては列間隙間33sの厚さを調節することができるようになっている。これら押し引きボルト601、602は、電極部材31A〜32Cのクーロン力による撓みに対する阻止手段としても機能する。各電極部材31A〜32Cには、押し引きボルト601、602を二組以上設けるのが好ましい。

[0052] 上記のように構成されたリモート式常圧プラズマ処理装置の作用を説明する。

処理ガス導入部20にて左右に均一化された処理ガスは、導入口43aを経て、電極ユニット30Xの列間隙間33sの長手方向に均一に導入される。これと併行して、各電源3A、3B、3Cから電極部材31A、32B、31Cにそれぞれパルス電圧が供給される。これによって、各列間部分隙間33p内にパルス電界が形成され、グロー放電が起き、処理ガスがプラズマ化(励起・活性化)される。このプラズマ化された処理ガスが、吹出口49aにおける各列間部分隙間33pに対応する領域から均一に吹出される。これによって、図3に示すように、ガラス基板Wの上面における各列間部分隙間33pに対応する領域R1にプラズマを当て、表面処理することができる。

[0053] また、導入口43aからの処理ガスの一部は、連通空間33rに導入され、そこから列内隙間33qに入り込む。この列内隙間33qにおいても、前記電源からのパルス電圧

供給によりパルス電界が形成され、グロー放電が起き、処理ガスがプラズマ化される。この列内隙間33q内でプラズマ化された処理ガスが、吹出し口49aにおける連通空間33rに対応する部分から吹出される。これによって、図3に示すように、ガラス基板Wにおける連通空間33rに対応する領域R2にも、プラズマを吹付けることができる。これによって、大面積のガラス基板Wの左右全幅を一度に、しかもムラ無く略均一にプラズマ表面処理することができる。

同時に、搬送手段4にてガラス基板Wを前後に移動させることにより、ガラス基板Wの全面を処理することができる。

[0054] 電極ユニット30X全体としては、ガラス基板Wの幅寸法に対応する長さであっても、各電極部材31A-32Cは、その3分の1(数分の1)程度の長さしかないので、寸法精度を容易に確保できる。それだけでなく、印加電界によってクーロン力が強く働いたり、電極部材31A-32Cを構成する金属本体と表面の固体誘電体34との熱膨張率の違いや電極部材内部の温度差等で熱応力が発生したりしても、撓み量が大きくならないようにすることができる。これによって、列間部分隙間33pの幅を一定に維持することができる。したがって、列間部分隙間33p内での処理ガスの流れを均一に維持でき、ひいては、表面処理の均一性を確実に得ることができる。また、電極部材を剛性アップのために厚肉にする必要がなく、重量増大を回避して支持構造への負担を軽減でき、材料費等の上昇を抑えることができる。

[0055] 短小の電極部材31A、32B、31Cごとに電源3A、3B、3Cを設けているので、各電源3A、3B、3Cの容量が小さくても、単位面積あたりの投入電力を十分に大きくすることができる。ひいては、処理ガスを十分にプラズマ化することができ、高い処理能力を確保することができる。また、これら電源3A、3B、3Cは、互いに別の電極部材に接続されているので、同期させる必要がない。さらに、極性が互い違いになっており、電界印加極どうしが左右に隣接していないので、電源3A、3B、3Cどうしが同期していなくても、隣接電極部材どうし間に異常電界が形成されアークが発生するおそれがない。

[0056] 次に、本発明の他の実施形態を説明する。以下の実施形態において、既述の実施形態と重複する構成に関しては、図面に適宜同一符号を付して説明を簡略化する。

図4および図5に示す実施形態では、各列間部分隙間33pに、「ガス誘導手段」を構成するガス誘導部材51が收容されている。このガス誘導部材51は、各第1列間部分隙間33pにおける隣(第2位置)の列間部分隙間寄りの部位に配置されている。すなわち、左側の列間部分隙間33pにおいては、その右側部にガス誘導部材51が配置されている。中央の列間部分隙間33pにおいては、その左右両側部にガス誘導部材51がそれぞれ配置されている。右側の列間部分隙間33pにおいては、その左側部にガス誘導部材51が配置されている。

[0057] ガス誘導部材51は、セラミックなどの絶縁性かつ耐プラズマ性の材料にて構成され、上向きのくさび状(細い縦長の三角形状)をなしている。すなわち、ガス誘導部材51は、垂直面と、この垂直面と鋭い鋭角をなすようにして下方へ向かって隣側(第2位置の方向)へ傾くガス誘導面51aと、これら2面の下端を結ぶ底面とを有している。ガス誘導部材51の底面の左右幅は、5mm以下が好ましい。

[0058] 図5の矢印に示すように、導入口43aから列間隙間33sへ流れ込む処理ガスのうち各第1位置の列間部分隙間33pにおける隣寄りの部位(第2位置寄りの部位)以外の部分を通るガス流f0は、そのまま真っ直ぐ下方へ向かう。一方、各第1位置の列間部分隙間33pにおける隣寄りの部位を通るガス流f1は、ガス誘導部材51のガス誘導面51aに沿って隣方向へ誘導される。この過程でプラズマ化されていく。このプラズマ化されたガス流f1が、連通空間33rを経て、吹出し口49aから吹出される。これによって、ガラス基板Wにおける連通空間33rに対応する領域R2にプラズマを一層確実に吹付けることができる。この結果、処理ムラを一層確実に防止でき、表面処理の均一性を一層高めることができる。

[0059] また、各第1位置の列間部分隙間33p内のガス流f0のうち、ガス誘導部材51の垂直面に沿って真下に流れるガス流の一部f2が、ガス誘導部材51の下側に回り込む。これによって、ガス誘導部材51の下側に対応する箇所でもプラズマ処理を確実に行なうことができ、処理の均一性をより一層高めることができる。

発明者らの実験によれば、処理前に行う電極加熱等のための空放電工程において、処理ガスをガス誘導手段で連通空間33rや列内隙間33qに誘導することにより、該空放電の所要時間を短縮することができた。

[0060] 図6は、ガス誘導部材の変形例を示したものである。このガス誘導部材52には、頂角から下方へ向かって隣側(第2位置の方向)へ傾くガス誘導面52aと、このガス誘導面52aの下端から下方へ向かって隣側とは逆側に傾くガス戻し面52bとが設けられている。

このガス誘導部材52によれば、ガス誘導面52aに沿って隣方向へ誘導されるガス流f1の一部f3を、ガス戻し面52bに沿って逆側に確実に戻すことができ、ガス誘導部材52の下側に確実に回り込ませることができる。これによって、ガス誘導部材の直下でもプラズマ処理を確実に行なうことができ、処理の均一性をより一層高めることができる。

[0061] ガス誘導部材は、図5、図6に示す形状に限定されるものではなく、第1列間部分隙間33pの第2位置寄りのガス流を隣の第2位置へ誘導できるものであれば種々の形状を採用できる。例えば、図7に示すガス誘導部材53のように、正三角形に近い断面形状でもよく、図8に示すガス誘導部材54のように、下方へ向かって隣方向へ傾斜した平板形状でもよい。これら部材53, 54において、下方へ向かって隣方向(第2位置の方向)へ傾斜する斜面は、ガス誘導面53a, 54aを構成している。

[0062] 図9に示す実施形態では、ガス流を隣方向へ誘導するガス誘導手段が、電極ユニット30Xより上側(処理ガス導入側)のガス導入口形成部43に設けられている。詳述すると、処理ガス導入口形成部43の導入口が、第1実施形態の左右細長スリット48aに代えて、左右に短間隔置きに配置形成された多数の細い分岐口43b, 43cにて構成されている。これら分岐口43b, 43cのうち、列間部分隙間33pの中程に対応する分岐口43cは、まっすぐ下に向かって開口されている。これに対し、各第1列間部分隙間33pの隣寄り側部(第2位置寄りの部位)に対応する分岐口43bは、隣方向(第2位置の方向)へ傾けられている。この傾斜分岐口43bが、「ガス誘導手段」を構成している。

[0063] 処理ガスのうち、垂直分岐口43cを通ったガス流f0は、列間部分隙間33p内を真っ直ぐ下へ流れながら、プラズマ化された後、ガラス基板Wに吹付けられる。

一方、傾斜分岐口43bを通ったガス流f1は、列間部分隙間33p内でプラズマ化されながら隣方向(第2位置の方向)へ向けて斜め下に流れる。そして、連通空間33r

の下方へ吹出される。これによって、ガラス基板Wの連通空間に対応する領域R2でのプラズマ表面処理を確実に確保でき、処理の均一性を高めることができる。

[0064] 図10に示す実施形態では、電極ユニット30X(33Bのみ図示)の上方に、処理ガス導入口形成部としてガス導入管43Pが設けられている。ガス導入管43Pは、第1列間部分隙間33pに沿って延びるとともに、第1列間部分隙間33pの左右長手方向の両側に対応する部分が上に反るように湾曲されている。このガス導入管43Pの下側部には、第1列間部分隙間33pへの処理ガス導入口として多数の小孔状の分岐口43d, 43eが該管43Pの長手方向に沿って短間隔置きに形成されている。第1列間部分隙間33pの中程に対応する分岐口43eは、略真下に向かって開口されている。一方、両端に近い分岐口43eほど、隣方向(第2位置の方向)への傾きが大きくなっている。そして、両端すなわち第1列間部分隙間33pの隣寄り側部(第2位置寄りの部位)に対応する分岐口43dは、隣方向への傾きが最も大きくなっている。この分岐口43dが、「ガス誘導手段」を構成している。

[0065] 導入管43Pの一端部に処理ガスが導入される。この処理ガスは、導入管43P内を流れるとともに、漸次、分岐口43d, 43eから下方の第1列間部分隙間33pへ漏れ出る。そのうち、分岐口43dから出たガス流f1'は、第1列間部分隙間33p内を隣方向(第2位置の方向)へ向けて斜め下に流れる。これによって、ガラス基板Wの連通空間対応領域R2でのプラズマ表面処理を確保でき、処理の均一性を高めることができる。

[0066] 図11に示す実施形態では、各電極部材31A〜32C(31A, 31Bのみ図示)の左右隣の電極部材との対向端面が、斜めにカットされ、該対向端面の上側部は、隣の電極部材から大きく離れ、下へ向かうにしたがって隣の電極部材へ接近している。したがって、連通空間33rおよび列内隙間33qは、下方へ向かうにしたがって幅狭になっている。

同図の矢印に示すように、処理ガスは、前記端面の傾斜と略同じ角度をなして列間部分隙間33pへ導入されるようになっている。これによって、処理ガスの列間部分隙間内の通過距離を長くでき、十分にプラズマ化することができる。

[0067] 図12及び図13に示す実施形態では、処理ガス導入口形成部43の導入口43aに

、ガス誘導手段として3つ(複数)の絶縁樹脂製の整流部材60が設けられている。ここで、導入口43aは、列間隙間33sの全長すなわち3つの列間部分隙間33pにわたるスリット状をなしている。図14に示すように、各整流部材60は、ベース板61と、このベース板61の片面に設けられた複数の整流板62, 63を一体に有している。ベース板61は、各列間部分隙間33pと対応する長さの細長い薄板状をなしている。図12及び図13に示すように、このベース板61が、フレーム上板41のスリット状貫通孔41aの片方の内側面に宛がわれるようにして、3つの整流部材60が、スリット状貫通孔41a内に左右に一直列に並べて収容されている。整流部材60は、列間部分隙間33pと一対一に対応している。隣接する整流部材60どうしの境は、連通空間33rと対応している。

[0068] 図13及び図14に示すように、整流板62, 63は、ベース板61の長手方向に間隔を置いて配置されている。これら整流板62, 63によってスリット状貫通孔41aが仕切られている。また、図12に示すように、整流板62, 63は、スリット状貫通孔41aにおけるベース板61とは反対側の内側面に突き当てられ、これにより、整流部材60が、貫通孔41a内にしっかりと固定されている。図13に示すように、連通空間33rの近くに配置された整流板62は、下方へ向かって隣の整流部材60に近づくように斜めをなしている。それ以外の整流板63は、ほぼ垂直になっている。

[0069] 図13の符号f0で示すように、導入口43aに導かれた処理ガスの大半は、まっすぐ下に向かって流れる。流れが整流板63によって乱されることは殆どない。一方、符号f1で示すように、整流板62の配置場所の近くでは、処理ガスの流れが整流板62によって斜めになる。この斜めの流れf1が、第1列間部分隙間33pの隣寄り部分(第2位置寄りの部位)を通り、プラズマ化されながら連通空間33rひいては隣の第2列間部分隙間33pに寄って行く。これによって、連通空間33rの下側へもプラズマを吹出すことができ、ガラス基板Wの連通空間と対応する領域R2でのプラズマ表面処理を確実に確保でき、処理の均一性を高めることができる。

なお、整流部材60は、連通空間33r付近の上方のみに設けることにしてもよい。整流板62, 63のうち整流板63を省き整流板62だけにしてもよい。

図12及び図13の態様では、整流部材60は、フレーム40の上板41の貫通孔41a

に設けられているが、ホルダ48の間隙48aに設けることにしてもよい。

- [0070] 図15及び図16に示す実施形態では、処理ガス導入口形成部43の導入口43aに、絶縁樹脂からなる閉塞部材(閉塞部)70が嵌め込まれている。閉塞部材70は、隣り合う2つの列間部分隙間33pに跨るようにして、導入口43aにおける連通空間33rに対応する部分(第1列間部分隙間と第2列間部分隙間の境)に配置されている。この閉塞部材70によって連通空間33rの導入口43a側の端部が塞がれている。閉塞部材70より吹出し口側の連通空間33rは、開放され、両隣の列間部分隙間33pを介して導入口43aと連通している。
- [0071] 図15の符号f1に示すように、第1列間部分隙間33pの連通空間33r寄り(ひいては第2列間部分隙間33p寄り)の部位を通る処理ガスは、そこでプラズマ化された後、閉塞部材70の下側に回り込むようにして、連通空間33rに入ってくる。これによって、連通空間33rの下側へもプラズマを吹出すことができ、ガラス基板Wの連通空間と対応する領域R2でのプラズマ表面処理を確実に確保でき、処理の均一性を高めることができる。
- [0072] 図17～図19に示す実施形態では、図2のスペーサ36を、「ガス誘導手段」として提供されるように変形した態様に係るものである。図17及び図19に示すように、電極構造30Xの左右に隣り合う電極部材どうしの境には絶縁樹脂製の門型スペーサ80が介装されている。すなわち、左側の電極部材31A, 32Aと中央部の電極部材31B, 32Bの間、及び中央部の電極部材31B, 32Bと右側の電極部材31C, 32Cの間に、それぞれ門型スペーサ80が挟まれている。
- [0073] 図18に示すように、スペーサ80は、一対の脚部81と、これら脚部81の上端部間を繋ぐ連結部82を有し、門型の平板状をなしている。門型スペーサ80の外輪郭は、電極ユニット30X全体の側面断面の輪郭と一致している。図19に示すように、一対の脚部81の片方は、第1電極列31Xの隣り合う第1電極部材どうし間に挟まれ、他方の脚部81は、第2電極列32Xの隣り合う第2電極部材どうし間に挟まれている。これら脚部81は、「隣り合う電極部材どうし間への介在部」となっている。
- [0074] スペーサ80の脚部81は、電極部材の背面寄り(他方の電極列とは逆側寄り)に片寄って配置され、これにより、空間としての列内隙間33qが確保されている。なお、脚

部81を電極部材31A〜32Cと等幅にして、列内隙間33qを完全に埋めることにしてもよい。

- [0075] 図17及び図18に示すように、連結部82は、列内隙間33q及び連通空間33rの上側すなわち導入口43aの側に片寄って配されている。この連結部82によって連通空間33rの導入口43a側の端部が塞がれている。連結部82より吹出し口側の連通空間33rは、開放され、両隣の列間部分隙間33pを介して導入口43aと連通している。連結部82は、「第1列間部分隙間と第2列間部分隙間の境の導入口側の端部を塞ぐとともにそれより吹出し口側を開放する閉塞部」として提供されている。
- [0076] 図17の符号f1に示すように、処理ガスは、連結部82の両側の列間部分隙間33pを経て、プラズマ化されたうえで、連結部82より下側の連通空間33rに入ってくる。これによって、ガラス基板Wの連通空間と対応する領域R2でのプラズマ表面処理を確実に確保でき、処理の均一性を高めることができる。また、各電極列31X, 32Xにおいて隣り合う電極部材どうしの極性を互いに異ならせることにより、列内隙間33pをも放電空間の一部とすることができ、そこでも処理ガスのプラズマ化を起こすことができる。これによって、ガラス基板Wの連通空間対応領域R2でのプラズマ表面処理を一層確実に確保でき、処理の均一性を一層高めることができる。
- [0077] 図20および図21に示す実施形態では、「ガス誘導手段」が、電極ユニット30Xより下側(吹出し側)に設けられている。すなわち、下板49の左右細長スリット状の吹出し口49aには、各第1列間部分隙間33pの隣寄り側部(第2位置寄りの部位)に対応する位置に、ガス誘導手段としてガス誘導部49Bが設けられている。ガス誘導部49Bは、下板49と一体をなしている。ガス誘導部49Bは、下方へ向かって隣側(第2位置の方向)へ傾くガス誘導面49cを有する断面三角形形状をなし、吹出し口49aの前後の縁面間に架け渡されている。
- [0078] 図21に示すように、第1列間部分隙間33pにおいてプラズマ化された処理ガスのうち、隣寄り側部(第2位置寄りの部位)から出たガス流f1は、ガス誘導部49Bのガス誘導面49cによって隣方向(第2位置の方向)へ誘導される。これによって、ガラス基板Wの連通空間対応領域R2でのプラズマ表面処理を確保でき、処理の均一性を高めることができる。

- [0079] 図22および図23に示す実施形態では、下板49のスリット状吹出し口49aの内部に、ガス誘導手段として、多数の小孔90aを有する多孔板90が嵌め込まれている。多孔板90は、電極ユニット30Xより下方に若干離れ、吹出し口49aの下側部に片寄って配置されている。
- [0080] 列間隙間33sからの処理ガスは、吹出し口49aの多孔板90より上側の空間49g内で拡散され、均一化される。したがって、図23の符号f1に示すように、各列間部分隙間33pでプラズマ化された処理ガスの一部が、連通空間33rの下側へも拡散される。そして、多数の小孔90aから一様に吹出される。これによって、処理の均一性を高めることができる。
- [0081] 図24、図25、図26に示す実施形態では、放電処理部30の吹出し口形成部として下板49が、上下2枚の板部49U、49Lによって構成されている。上段の板部49Uには、各列間部分隙間33pに対応する3つのスリット状の上段吹出し口49dが一列をなすようにして形成されている。左側の上段吹き出し口49dと中央の上段吹き出し口49dどうしは、橋部49Eにて分断されている。同様に、中央の上段吹き出し口49dと右側の上段吹き出し口49dどうしは、他の橋部49Eにて分断されている。
- [0082] 各上段吹き出し口49dは、その上側の列間部分隙間33pに直接に連なっている。上段吹き出し口49dの幅は、列間部分隙間33pの幅より大きい。
- 下段の板部49Lには、列間隙間33sの全長と略同じ長さの下段吹き出し口49fが形成されている。下段吹き出し口49fの幅は、上段吹き出し口49dの幅より小さく、列間部分隙間33pの幅と略等しい。
- [0083] 橋部49Eは、連通空間33rの真下に配置されている。この橋部49Eによって連通空間33rの下端が塞がれている。これにより、橋部49Eは、「吹き出し口の隣り合う列間部分隙間どうしの境の吹き出し口側の端部を塞ぐ閉塞部」を構成している。橋部49Eの下方に下段吹き出し口49fが配置されている。すなわち、橋部49Eは、上下の段の吹き出し口49d、49fを合わせた吹き出し口全体における上側に片寄って配置されている。連通空間33rは、両隣の列間部分隙間33pを介してのみ吹き出し口49d、49fと連通している。
- なお、板部49U、49Lどうしは、互いに一体になっていてもよく、2枚に代えて3枚

以上の板部を積層することによって吹出し口形成部材を構成してもよい。

- [0084] 図26の符号f1に示すように、連通空間33r内を下降して来た処理ガスは、橋部49Eによって連通空間33rから直接吹出口へ行くのを阻止され、必ず両隣の列間部分隙間33pを経てプラズマ化されたうえで吹出し口49dに流れ込む。そして、橋部49Eの下側の下段吹出し口49f内に回り込み、その下方へ吹出される。これによって、連通空間と対応する領域R2でのプラズマ表面処理を確保でき、処理の均一性を高めることができる。
- [0085] 図27及び図28は、プラズマ処理装置の下板49に形成された吹出し口49aの変形態様を示したものである。下板49には、左右に長く延びる列間吹出し口49hと、この列間吹出し口49hの中間の2箇所と交差するようにして前後に延びる2つの短い列内吹出し口49iが形成されている。列間吹出し口49hは、列間隙間33sの下端部の全長に連なっている。2つの列内吹出し口49iのうちの片方は、左側の電極部材31A, 32Aと中央の電極部材31B, 32Bのちょうど境に配置され、これら電極部材どうし間の列内隙間33q及び連通空間33rの下端部に連なっている。もう片方の列内吹出し口49iは、中央の電極部材31B, 32Bと右側の電極部材31C, 32Cのちょうど境に配置され、これら電極部材どうし間の列内隙間33q及び連通空間33rの下端部に連なっている。これによって、下板49の吹出し口は、隣り合う列間部分隙間33pどうしの境に対応する部位が、各列間部分隙間33pに対応する部位よりも開口幅が大きくなり、流通抵抗が小さくなっている。
- [0086] 列内隙間33qでプラズマ化された処理ガスは、該列内隙間33qの真下に連なる列内吹出し口49iから吹出される。また、各第1列間部分隙間33pの隣寄り側部(第2位置寄りの部位)から出た処理ガスは、流通抵抗の小さな列内吹出し口49iに向かって流れながら吹出される。これによって、処理の均一性を高めることができる。吹出し口49aの列内吹出し口49i(第1、第2列間部分隙間33pの境に対応する大開口の吹出し口部分)は、「ガス誘導手段」を構成している。
- [0087] 列内隙間33qの全体を絶縁スペーサで埋め、処理ガスが列間隙間33sしか通らないようにした構成においても、或いは、後記実施形態(図40、図41等)のように、列内隙間33qを挟んで隣り合う電極部材どうしの極性が同じで列内隙間33qで放電が起

きないようにした構成においても、列内吹出し口49iは有効である。すなわち、各列間部分隙間33pでプラズマ化された処理ガスが、大開口・低流通抵抗の列内吹出し口49iに流れ込もうとし、これにより、処理ガスの均一性を確保できる。

[0088] なお、列内吹出し口49iの長さは、適宜延長、短縮してよく、列内隙間33qに合わせる必要はない。

また、図29に示すように、列内吹出し口49iを列間吹出し口49hの片側(例えば第2電極列32Xの側)にだけ設けることにしてもよい。

列内吹出し口49iを、図20のガス誘導部49B等と組み合わせてもよい。

下板すなわち吹出し口形成部材49を省略し、列内隙間33q及び列間隙間33sの下端開口自体が吹出し口を構成し、そこから処理ガスが直接的に吹き出されるようにしていてもよい。

[0089] 第1、第2列間部分隙間33pどうしの境に対応する大開口の吹出し口部分の形状は、列内吹出し口49iのようなスリット状に限られない。例えば、図30(a)に示す開口49jのように、菱形にしてもよく、同図(b)に示す開口49kのように、列間吹出し口49hの片側に突出する三角形にしてもよく、その他、円形等の種々の形状にしてもよい。

[0090] 図31および図32は、ガス導入手段すなわち導入口形成部43の変形態様を示したものである。導入口形成部43には、図示しない処理ガス導入部20の下端のチャンバー24に連なる処理ガス導入口43aが形成されている。処理ガス導入口43aは、左右に長く延びる列間導入口(主導入口)43hと、この列間導入口43hの中間の2箇所の一両側面に形成された切込み状の列内導入口(副導入口)43iを含んでいる。

[0091] 列間導入口43hの下端部は、列間隙間33sの全長に直接的に連なっている。

列内導入口43iは、第1電極列31Xの隣り合う電極部材31A, 31Bどうし及び31B, 31Cどうしの境、並びに第2電極列32Xの隣り合う電極部材32A, 32Bどうし及び32B, 32Cどうしの境にそれぞれ配置され、これら電極部材どうし間の列内隙間33qの上端部に直接的に連なっている。

[0092] 処理ガス導入部20で均一化された処理ガスは、列間導入口43hから各列間部分隙間33pに導入されるとともに、列内導入口43iから列内隙間33qに直接的に導入される。これによって、各第1列間部分隙間33p内のプラズマ化された処理ガスを第2

列間部分隙間33pとの境に向けて偏流させなくても、列内隙間33q内に直接導入された処理ガスをプラズマ化でき、第1、第2列間部分隙間33pどうし間の境の部分のプラズマ量を確実に確保することができる。この結果、処理の均一性を高めることができる。

- [0093] なお、列内導入口43iの長さは、適宜延長、短縮してよく、列内隙間33qに合わせる必要はない。また、列内導入口43iを、列間導入口43hの前後両側のうちの片側にだけ設けることにしてもよい。
- [0094] 本発明において、2つの電極列31X、32Xの電極部材31Aと32Aどうし、31Bと32Bどうし、31Cと32Cどうしは、前後に正対している必要はなく、実質的に同位置において対向していればよい。例えば、図33に示す実施形態では、第1電極列31Xの電極部材31A〜31Cと第2電極列32Xの電極部材32A〜32Cどうしが、左右に多少ずれて配置されている。
- [0095] 図33のずらし配置構成は、上記図2等の互い違い極性配置の電極構造に適用してもよく、後記図40、図41等の列ごと同極性の電極構造に適用してもよい。発明者らが実験したところによれば、列ごと同極性構造の場合は勿論、互い違い極性構造の場合においても、2つの列間に多少ずれがあってもワークWの幅方向の全域を処理することができた。
- [0096] ここまでの実施形態では、列内隙間33qが、列間隙間33sに対し直交していたが、図34及び図35に示すように傾斜させることにしてもよい。第1電極列31Xの左右2つの電極部材のうち左側の電極部材31Aは、列間隙間33s形成面(第1面)に対し列内隙間33q形成面(第2面)が例えば150度の鈍角をなしている。一方、右側の電極部材31Bは、列間隙間33s形成面(第3面)に対し列内隙間33q形成面(第4面)が例えば30度の鋭角をなしている。これにより、第1電極列31Xの列内隙間33qは、列間隙間33sに対し例えば30度の角度をなして列間隙間33sから離れるにしたがって右に傾いている。
- [0097] 同様に、第2電極列32Xの左右2つ電極部材のうち左側の電極部材32Aの列内隙間33q形成面(第4面)は、列間隙間33s形成面(第3面)に対し例えば30度の鋭角をなし、右側の電極部材32Bの列内隙間33q形成面(第2面)は、列間隙間33s形成

面(第1面)に対し例えば150度の鈍角をなし、これにより、第2電極列32Xの列内隙間33qは、列間隙間33sに対し例えば30度の角度をなして列間隙間33sから離れるにしたがって左に傾いている。

なお、列内隙間33qの傾斜角度は、30〜60度程度が好ましい。また、各列間部分隙間33p及び列内隙間33qの厚さは、1〜3mm程度が好ましい。電極部材31A, 31B, 32A, 32Bの長さは、それぞれ凡そ1m程度であり、2本の電極部材を長手方向に並べることで電極ユニット30X全体で約2mの有効処理幅が形成されている。

[0098] 図36(a)に拡大して示すように、第1電極列31Xにおいて、左側の電極部材31Aの列間隙間33s形成面(第1面)と列内隙間33q形成面(第2面)のなす鈍角側の角31dは、相対的に大きな曲率半径でR面取りされている。右側の電極部材31Bの列間隙間33s形成面(第3面)と列内隙間33q形成面(第4面)のなす鋭角側の角31eは、相対的に小さな曲率半径でR面取りされている。図示は省略するが、第2電極列32Xにおいて、左側の電極部材32Aの列間隙間33s形成面(第3面)と列内隙間33q形成面(第4面)のなす鋭角側の角32eは、相対的に小さな曲率半径でR面取りされ、右側の電極部材32Bの列間隙間33s形成面(第1面)と列内隙間33q形成面(第3面)のなす鈍角側の角32dは、相対的に大きな曲率半径でR面取りされている。たとえば、鈍角側の角31d, 32dの曲率半径は40mm程度であり、鋭角側の角31e, 32eの曲率半径は3mm程度である。

なお、各電極部材31A, 31B, 32A, 32Bは、上記鋭角又は鈍角だけでなく全てのコーナー部分がR面取りされている。

[0099] なお、列内隙間33qの傾斜角度が90度に近いほど曲率半径の大小差を小さくすることが好ましい。例えば、図36(b)に示すように、列内隙間33qと列間隙間33sとのなす角度が45度程度のときは、鋭角側の角31eの曲率半径を3mmとすると、鈍角側の角31dの曲率半径は40mm程度とするのが好ましい。同図(c)に示すように、列内隙間33qと列間隙間33sとのなす角度が60度程度のときは、鋭角側の角31eの曲率半径を3mmとすると、鈍角側の角31dの曲率半径は8mm程度とするのが好ましい。

[0100] 図35及び図36(a)に示すように、第2電極列32Xの左側の電極部材32Aの列間隙間33s形成面は、第1電極列31Xの左側の電極部材31Aの列間隙間33s形成面

(第1面)から右側の電極部材31Bの列間隙間33s形成面(第3面)に跨るように配置されている。

同様に、第1電極列31Xの右側の電極部材31Bの列間隙間33s形成面は、第2電極列32Xの右側の電極部材32Bの列間隙間33s形成面(第1面)から左側の電極部材32Aの列間隙間33s形成面(第3面)に跨るように配置されている。

これによって、第1電極列の列内隙間33qと列間隙間33sとの交差部33uと、第2電極列の列内隙間33qと列間隙間33sとの交差部33vが、左右にずれている。各交差部33u, 33vを画成する4つの角部分31d, 31e, 32e, 32dにおいて、2つの鈍角側の角部分31d, 32dは、左右外側に配置され、2つの鋭角側の角部分31e, 32eは、上記鈍角側の角部分31d, 32dどうしの間に配置されている。

[0101] 図35に示すように、下板49には、左右に長く延びる列間吹出し口49mと、この列間吹出し口49mの中央部の両側に切り込み状に設けられた一対の列内吹出し口49nとが形成されている。列間吹出し口49mは、列間隙間33sの下端部と一致し、その全長に連なっている。第1電極列31Xの側の列内吹出し口49nは、列間吹出し口49mから離れるにしたがって例えば30度の角度で右に傾き、第1電極列31Xの傾斜列内隙間33qの下端部に直接的に連なっている。第2電極列32Xの側の列内吹出し口49nは、列間吹出し口49mから離れるにしたがって例えば30度の角度で左に傾き、第2電極列32Xの傾斜列内隙間33qに直接的に連なっている。なお、下板49は、省略することにしてもよい。

[0102] この図34ー図36の実施形態によれば、電極部材31Aの列間隙間33s形成面と列内隙間33q形成面のなす角31dと、電極部材32Bの列間隙間33s形成面と列内隙間33q形成面のなす角32dとがそれぞれ鈍角をなしているので、これらの角部分31d, 32dでも良好なグロー放電を起しやすくすることができ、これら角部分31d, 32dに対応する箇所での処理抜けを防止することができる。

しかも、上記鈍角側の角部分31d, 32dは、大きくR面取りされることによって、出来るだけ滑らかに形成でき、一層良好なグロー放電を起しやすくすることができる。一方、これら鈍角側の角部分31d, 32dと対峙する電極部材31B, 32Aの鋭角側の角部分31e, 32eは、小さくR面取りされることによって、出来る限り突き出させて列内隙間

33qと列間隙間33sの交差部33u, 33vを狭くすることができる。これによって、鈍角側の角部分での良好なグロー放電をより一層確実に得ることができる。この結果、鈍角側の角部分に対応する箇所での処理抜けを一層確実に防止することができる。

また、R面取りによって、電極部材の各角部分でのアーク放電を防止することができる。

[0103] 各列間部分隙間33pでプラズマ化された処理ガスは、列間吹出し口49mから吹出されるとともに、列内隙間33qでプラズマ化された処理ガスが、列内吹出し口49nから直接的に吹出される。併せて、被処理物Wが前後に相対移動されることによって、被処理物Wの各列間部分隙間33pと対応する領域は勿論、列内隙間33qと対応する領域をも確実にプラズマ処理できる。鋭角側の角部分31e, 32eや2つの交差部33u, 33vの間の部分では、グロー放電が立ちにくい、列内隙間33qからのプラズマ吹出しによって、これらの部分に対応する領域をも確実にプラズマ処理できる。これによって、処理抜けを全体的に防止でき、被処理物Wの全域を均一に処理することができる。

[0104] 発明者は、図34、図35の装置を用いて均一処理の実験を行なった。

電極部材31A, 32Bの中心の長さは、987mm、電極部材32A, 31Bの中心の長さは、1013mm、各電極列の全体の長さは2mとし、これら電極部材の厚さは、30mmとした。列間隙間33s及び列内隙間33qは、それぞれ1mmとした。傾斜列内隙間33qの傾斜角度は、30度とし、電極部材の鋭角側の角部分31e, 32eの角度は、30度、鈍角側の角部分31d, 32dの角度は、150度とした。鋭角側の角部分31e, 32eのアールの曲率半径は、3mm、鈍角側の角部分31d, 32dのアールの曲率半径は、40mmとした。固体誘電体層34は、0.5mm厚さのアルミナ溶射膜とした。

[0105] 電源3A, 3Bとして、12A、7.5kWの電源装置を使用し、周波数15kHz、ピーク電圧V_{pp}が15kVのパルス状の電圧を電極部材31A, 32Bに印加した。被処理物Wとして、液晶表示パネルに使用するITO基板を使用した。この基板の未処理の状態における水の接触角は95度であった。この基板Wの洗浄用の処理ガスとして窒素ガスを使用し、800slmで流した。基板の搬送速度は毎分2mとした。トータルの電力は4.5kWであった。

- [0106] 洗浄処理後、交差部33u, 33vの周辺に対応する10cmにわたる基板表面領域について、3mm間隔で水の接触角を測定した。その結果、すべての測定点で接触角が25°以下であった。基板全面に水をかけたところ万遍なく濡れた。これにより、処理抜けが出来ないことが確認された。
- [0107] 図37及び図38に示す実施形態では、第1電極列31Xが、左右に一直線に並べられた4つの電極部材31A, 31B, 31C, 31Dを有し、これら第1電極部材間に3つの傾斜列内隙間33qが形成されている。これら3つの傾斜列内隙間33qの隣り合うものどうしは、互いに逆向きに傾けられている。すなわち、第1電極列31Xの中央の2つの電極部材31B, 31Cは、それぞれ左右対称の台形状をなしている。これら台形状の電極部材31B, 31Cの長辺と短辺は、互いに逆に向けられている。これにより、第1電極列31Xにおいて左側の列内隙間33qは、列間隙間33sとの交差部から離れるにしたがって右に傾き、中央の列内隙間33qは、列間隙間33sとの交差部から離れるにしたがって左に傾き、右側の列内隙間33qは、列間隙間33sとの交差部から離れるにしたがって右に傾いている。
- [0108] 同様に、第2電極列32Xは、第1電極列31Xと平行に左右に一直線に並べられた4つの電極部材32A, 32B, 32C, 32Dを有し、これら第2電極部材間に形成された3つの傾斜列内隙間33qの隣り合うものどうしが、互いに逆向きに傾けられている。中央の2つの電極部材32B, 32Cは、左右対称の台形状をなすとともに、長辺と短辺を互いに逆に向けて配置されている。
- なお、中央の電極部材31B, 31C, 32B, 32Cを、台形状に代えて平行四辺形状に形成し、3つの列内隙間33qの傾斜方向を互いに一致させてもよい。
- [0109] 図38に示すように、下板49には、左右に延びるスリット状をなして列間隙間33sと一致する列間吹出し口49mと、各傾斜列内隙間33qに一对一に対応する列内吹出し口49nが形成されている。下板49は、省略することにしてもよい。
- [0110] 発明者らは、図37、図38の装置を用いて均一処理の実験を行なった。
- 電極部材31A, 32Aの中心の長さは、513mm、電極部材31B, 32Bの中心の長さは、526mm、電極部材31C, 32Cの中心の長さは、487mm、電極部材31D, 32Dの中心の長さは、474mm、各電極列の全体の長さは2mとし、これら電極部材の

厚みは30mmとした。列間隙間33s及び列内隙間33qは、それぞれ1mmとした。傾斜列内隙間33qの傾斜角度は、30度とし、電極部材の鋭角側の角部分の角度は、30度、鈍角側の角部分の角度は、150度とした。傾斜列内隙間33qの傾斜角度は、30度とし、電極部材の鋭角側の角部分の角度は、30度、鈍角側の角部分の角度は、150度とした。鋭角側の角部分のアールの曲率半径は、3mm、鈍角側の角部分のアールの曲率半径は、40mmとした。固体誘電体層34は、0.5mm厚さのアルミナ溶射膜とした。

- [0111] 被処理物Wの種類、処理ガスの種類等は、図34、図35の装置を用いた上記実験と同様であり、トータルの電力は8.9kWであった。

洗浄処理後の接触角は、全ての測定点で16°以下であり、これにより、処理抜けが出来ないことが確認された。

- [0112] 図39に示す実施形態では、電界印加極を構成する電極部材31A, 32B, 31Cどうしが、既述実施形態の互いに別々の電源3A, 3B, 3Cに代えて、共通(単一)の電源3に接続されている。したがって、各列間部分隙間33pに形成されるプラズマ電界どうしを、互いに確実に同期させることができる。勿論、この単一電源構造においても、ガス誘導手段を適用可能である。

- [0113] 図40に示す実施形態では、電極ユニット30Xの極性配置が、既述実施形態の互い違いに代えて、電極列31X, 32Xごとに同極に揃えられている。

すなわち、第1電極列31Xの電極部材31A, 31B, 31Cは、それぞれ電源3A, 3B, 3Cに接続されることにより、すべて電界印加極となっている。一方、第2電極列32Xの電極部材32A, 32B, 32Cは、すべて接地極となっている。この極性配置においても、列間部分隙間33pでグロー放電が起き、処理ガスをプラズマ化することができる。

- [0114] 各列内隙間33qは、セラミックなどの絶縁性かつ耐プラズマ性の材料からなる隔壁35によって完全に埋められ、左右に隣り合う電極部材どうしが互いに絶縁されている。これによって、電源3A, 3B, 3Cの同期が取れていなくても、左右に隣り合う電極部材間でアークが発生するのを防止することができる。

- [0115] なお、隔壁35は、少なくとも電界印加極の電極部材31Aー31Cどうし間に設けられ

ていればよく、接地極の電極部材31Aー31Cどうし間には無くてもよい。接地極の電極部材32Aー32Cどうしは、くっついていてもよい。

各第1列間部分隙間33pの第2位置寄りの部位には、「ガス誘導手段」として図4及び図5の態様と同様のガス誘導部材51が設けられているが、これに代えて、その他の図面に示した態様の「ガス誘導手段」を適用してもよい。

[0116] 図41に示す実施形態では、図40の態様の列ごと同極性の電極ユニット30Xにおいて、電界印加極の電極部材31Aー31Cに共通(単一)の電源3を接続したものである。

当該図41の実施形態の列内隙間33qは、図40の態様と同様に絶縁性の隔壁35で完全に埋められているが、電極部材31Aー31Cへの印加電圧が確実に同期しているので、隔壁35を省き、列内隙間33qを開放してもよい。或いは、接地極の電極部材32Aー32Cどうしは勿論、電界印加極の電極部材31Aー31Cどうしをも互いにくっ付け、列内隙間33qを無くしてもよい。

[0117] 図42に示すように、第1実施形態(図2)と同様の互い違い極性配置の電極ユニット30Xにおいて、各電極列31X, 32Xの左右に隣り合う電極部材どうしを互いに突き当て、列内隙間33qを無くしてもよい。より詳細には、各電極部材の側端面には固体誘電体層34eが被膜されており、隣り合う電極部材の側端面の固体誘電体層34e, 34eどうしが、互いに当接・密着されている。これら側端面の固体誘電体層34e, 34eが、隣り合う電極部材間の絶縁層としての役目を担っている。隣り合う列間部分隙間33pどうし間の連通空間33rの幅は、ちょうど2つの固体誘電体層34e, 34eの厚さを合わせた大きさになっている。

[0118] なお、互いに突き当てられた2つの電極部材のうちの一方の側端面にのみ固体誘電体層34eを設け、他方の電極部材については、その金属本体の側端面がむき出しになっていてもよい。勿論、この場合、上記1つの電極部材の側端面の固体誘電体層34eが、それ単独で、2つの電極部材を絶縁できるようになっていることを要する。

図42の態様においても、ガス誘導部材51等のガス誘導手段を設けることにしてもよい。そうすると、上記連通空間33rすなわち固体誘電体層34e, 34eの直下にもプラズマを吹出すことができ、処理の均一性を向上させることができる。

図42の態様において、隣り合う電極部材間に図40と同様の隔壁35を介装することにしてもよい。

図42の態様では、第1実施形態と同様に電極部材31A, 32B, 31Cごとに電源3A, 3B, 3Cが別々に設けられているが、これら別々の電源31A, 32B, 31Cに代えて、図39の態様と同様に単一の電源3を用いることにしてもよい。

- [0119] 図43に示すように、図40の態様と同様の、列ごと同極性配置の電極ユニット30Xにおいて、各電極列31X, 32Xの隣り合う電極部材どうしを互いに突き当てることにしてもよい。この実施形態の各電極部材の側端面には、固体誘電体層34eが被膜されておらず、金属本体がむき出しになっている。これによって、左右に隣り合う電極部材の金属本体の側端面どうしが、直接突き当てられている。連通空間33rは、殆ど大きさを有さず、隣り合う列間部分隙間33pどうしが、ほぼ直接的に連なっている。3つの電源3A, 3B, 3Cは、互いに同期していることが望ましい。同期していない場合には、少なくとも電界印加側の電極列31Xの電極部材31A〜31Cの側端面に、上記図42の態様と同様に、絶縁層として固体誘電体層34eを設けるのが望ましい。別々の電源31A, 32B, 31Cに代えて、図41の態様と同様の単一電源3を用いることにしてもよい。この図43の態様においても、ガス誘導部材51等のガス誘導手段を適用してもよい。

- [0120] 図44は、上記第2特徴に係る常圧プラズマ処理装置の基本構成例を示したものである。この装置は、一対をなす電界印加電極100及び接地電極200と、2つ（複数）の電源装置301, 302と、これら電源装置301, 302の同期手段400を備えている。

- [0121] 電界印加電極100は、2つ（複数）の分割電極部材111, 112に分割されている。分割電極部材111, 112は、それぞれ平板状をなし、一直線をなすように左右に並べられている。同様に、接地電極200は、2つ（複数）の平板状の分割電極部材211, 212に分割され、これら分割電極部材211, 212が一直線をなすように左右に並べられている。

左側の分割電極部材111, 211どうしは、互いに正対している。右側の分割電極部材112, 212どうしは、互いに正対している。

- [0122] 分割電極部材111, 112からなる電界印加電極100は、既述実施形態の第1電極

列に対応し、分割電極部材211, 212からなる接地電極200は、既述実施形態の第2電極列に対応している。

電界印加電極100の左側の分割電極部材111が、特許請求の範囲の例えば「第1分割電極部材」に対応し、右側の分割電極部材112が「第2分割電極部材」に対応する。電界印加電極100は、2つの分割電極部材111, 112に限らず、3つ以上の電極部材に分割されていてもよい。この場合、これら3つの分割電極部材の何れか1つを第1分割電極部材とし、他の何れか1つを第2分割電極部材とする。

- [0123] 2種類の電極100, 200すなわち第1、第2電極列どうしの間に隙間33sが形成されている。この隙間33sに、図示しない処理ガス源2からの処理ガスが導入され、電源装置301, 302による印加電界によってプラズマ化されるようになっている。このプラズマ化された処理ガスが、被処理物に吹付けられることによって、所望のプラズマ表面処理が略常圧下で行なわれるようになっている。隙間33sは、処理ガスの通路及プラズマ化空間になっている。

図示は省略するが、電界印加側の電極100と接地側の電極200の少なくとも一方の対向面には、アーク放電の防止のためにアルミナ等のセラミックからなる固体誘電体層が設けられている。

- [0124] 2つの接地分割電極部材211, 212は、共に接地線3eを介して接地されている。
- 左側の第1分割電極部材111は、第1電源装置301に接続されている。右側の第2分割電極部材112は、上記第1電源装置301とは別の第2電源装置302に接続されている。各電源装置301, 302は、例えばパルス状や正弦波状の高周波交流電圧を出力するようになっている。

電界印加電極100が3つ以上の電極部材に分割されている場合には、電源装置もそれら分割電極部材と同数設け、各分割電極部材に1つずつ接続するのが望ましい。この場合、これら3つの分割電極部材のうちの第1分割電極部材に接続された電源装置が「第1電極装置」となり、第2分割電極部材に接続された電源装置が「第2電極装置」となる。

電界印加電極100の第1分割電極部材111と第2分割電極部材112は、同じ列に並んでいなくてもよく、互いに異なる列に配置されていてもよい。

電界印加電極100が、複数の分割電極部材に分割される一方、接地電極200は、分割されず、一本物になっていてもよい。更には、電界印加電極100が分割されず一本物になっており、この一本物の電界印加電極100に複数の電源装置が接続されていてもよい。

電極構造は、平行平板構造に限られず、二重環状構造でもよく、一方が円筒状(ロール状)をなし他方が円筒凹面を有する構造であっていてもよい。

[0125] 2つの電源装置301, 302は、同期手段400に接続されている。同期手段400は、電源装置301, 302の出力位相を同期させるようになっている。

[0126] 上記構成によれば、分割電極部材111, 112ごとに電源装置301, 302が接続されているので、各電源装置301, 302の容量が大きくなっても、電極100, 200の単位面積あたりの供給電力を十分に大きくすることができる。したがって、処理能力を確保できる。

それに加えて、同期手段400によって2つの電源装置301, 302相互の位相のずれを無くすることができる。したがって、分割電極部材111, 112間に電位差が生じるのを防止でき、ひいてはこれら分割電極部材111, 112間にアークが発生するのを防止できる。これによって、分割電極部材111, 112どうしの間隔を狭くでき、或いは当接することもできる。よって、これら分割電極部材111, 112間に対応する部分の処理ムラを防止することができる。この結果、良好なプラズマ表面処理を行なうことができる。

また、上記第1実施形態等と同様に、電極100, 200を複数に分割することにより各電極部材の長さを短くでき、クーロン力や自重等による撓みを小さくすることができる。

[0127] 図45は、図44の具体構成例を示したものである。第1電源装置301は、商用交流電源Aに接続された第1直流整流部311と、この第1直流整流部311に接続された第1インバータ321と、この第1インバータ321に接続された第1トランス331を有している。

第1直流整流部311は、例えばダイオードブリッジや平滑回路を有し、商用電源Aの商用交流電圧を直流に整流する。

第1インバータ321は、トランジスタからなる第1スイッチング素子321a, 321b, 321c, 321dのブリッジ回路を有し、整流後の直流をスイッチングして所定波形の交流電圧に変換するようになっている。

第1トランス331の二次側は、第1分割電極部材111に接続されている。第1トランス331は、第1インバータ321からの出力電圧を昇圧し、第1分割電極部材111に供給するようになっている。

[0128] 第2電源装置302は、第1電源装置301と同一構成をなしている。すなわち、第2電源装置302は、商用交流電源Aに接続された第2直流整流部312と、この第2直流整流部312に接続された第2インバータ322と、この第2インバータ322に接続された第2トランス332を有している。

第2直流整流部312は、例えばダイオードブリッジや平滑回路を有し、商用電源Aの商用交流電圧を直流に整流する。

第2インバータ322は、トランジスタからなる第2スイッチング素子322a, 322b, 322c, 322dのブリッジ回路を有し、整流後の直流をスイッチングして所定波形の交流電圧に変換するようになっている。

第2トランス332の二次側は、第2分割電極部材112に接続されている。第2トランス332は、第2インバータ322からの出力電圧を昇圧し、第2分割電極部材112に供給するようになっている。

[0129] 同期手段400は、第1, 第2インバータ321, 322の制御手段によって構成されている。すなわち、同期手段(インバータ制御手段)40は、2つ(複数)のインバータ321, 322のスイッチング素子321a〜321d, 322a〜322dのための共通(単一)のゲート信号出力部410を有している。出力部410には、4つの端子410a, 410b, 410c, 410dが設けられている、端子410aからゲート信号線420aが延びている。ゲート信号線420aは、2つの線421a, 422aに分岐している。一方の分岐線421aは、パルス変圧器431aを介して第1電源装置301のスイッチング素子321aのゲートに接続されている。他方の分岐線422aは、パルス変圧器432aを介して第2電源装置302のスイッチング素子322aのゲートに接続されている。

[0130] 同様に、端子410bからのゲート信号線420bは、2手に分岐し、一方の分岐線421

bは、パルストランス431bを介して第1電源装置301のスイッチング素子321bのゲートに接続され、他方の分岐線422bは、パルストランス432bを介して第2電源装置302のスイッチング素子322bのゲートに接続されている。

[0131] 端子410cからのゲート信号線420cは、2手に分岐し、一方の分岐線421cは、パルストランス431cを介して第1電源装置301のスイッチング素子321cのゲートに接続され、他方の分岐線422cは、パルストランス432cを介して第2電源装置302のスイッチング素子322cのゲートに接続されている。

[0132] 端子410dからのゲート信号線420dは、2手に分岐し、一方の分岐線421dは、パルストランス431dを介して第1電源装置301のスイッチング素子321dのゲートに接続され、他方の分岐線422dは、パルストランス432dを介して第2電源装置302のスイッチング素子322dのゲートに接続されている。

[0133] 上記構成によれば、第1電源装置301のインバータ321のスイッチング素子321aと、第2電源装置302のインバータ322のスイッチング素子322aとに、同一のゲート信号を並列入力することができる。これによって、これらスイッチング素子321a, 322aを同時にオンオフすることができる。同様にして、スイッチング素子321b, 322bどうしを同時にオンオフでき、スイッチング素子321c, 322cどうしを同時にオンオフでき、スイッチング素子321d, 322dどうしを同時にオンオフできる。

[0134] これによって、2つの電源装置301, 302のインバータ321, 322のスイッチング動作を確実に同期させることができ、電源装置301, 302の出力位相を確実に同期させることができる。したがって、2つの分割電極部材111, 112に同位相の電圧を印加することができる。よって、分割電極部材111, 112間に電位差が生じるのを確実に防止でき、アーク発生を確実に防止できる。これによって、安定的で良好なプラズマ表面処理を確実に行なうことができる。

[0135] 発明者は、図45に示す装置を用いてプラズマ処理を行なった。スイッチング周波数は30kHzとし、電極10, 20間のピーク電圧は、 $V_{pp}=15\text{kV}$ とした。

その結果、隣り合う分割電極部材111, 112間にアーク放電等の異常放電は生じないことが確認された。

[0136] 図46は、図44の他の具体構成例を示したものである。この装置は、同期手段(イン

バータ制御手段)の構成が図45の装置と異なっている。すなわち、同期手段400には、ゲート信号出力部が電源装置301, 302ごとに設けられている。すなわち、同期手段400には、第1電源装置301のための第1ゲート信号出力部411と、第2電源装置302のための第2ゲート信号出力部412が設けられ、これらゲート信号出力部411, 412が共通の同期信号供給部450にて同期制御されるようになっている。

- [0137] 第1ゲート信号出力部411には、4つの端子411a, 411b, 411c, 411dが設けられている。端子411aからゲート信号線421aが延びている。ゲート信号線421aは、パルストランス431aを介して第1電源装置301のスイッチング素子321aのゲートに接続されている。同様に、端子411bからゲート信号線421bが延び、パルストランス431bを介してスイッチング素子321bのゲートに接続されている。端子411cからゲート信号線421cが延び、パルストランス431cを介してスイッチング素子321cのゲートに接続されている。端子411dからゲート信号線421dが延び、パルストランス431dを介してスイッチング素子321dのゲートに接続されている。
- [0138] 第2ゲート信号出力部412には、4つの端子412a, 412b, 412c, 412dが設けられている。端子412aからゲート信号線422aが延びている。ゲート信号線422aは、パルストランス432aを介して第2電源装置302のスイッチング素子322aのゲートに接続されている。同様に、端子412bからゲート信号線422bが延び、パルストランス432bを介してスイッチング素子322bのゲートに接続されている。端子412cからゲート信号線422cが延び、パルストランス432cを介してスイッチング素子322cのゲートに接続されている。端子412dからゲート信号線422dが延び、パルストランス432dを介してスイッチング素子322dのゲートに接続されている。
- [0139] 同期信号供給部450は、2つのゲート信号出力部411, 412に共通の同期信号を供給するようになっている。すなわち、同期信号供給部450の出力端子から同期信号線460が延びている。同期信号線460は、2つの線461, 462に分岐している。一方の分岐線461は、第1ゲート信号出力部411に接続され、他方の分岐線462は、第2ゲート信号出力部412に接続されている。
- [0140] 上記構成によれば、同期信号供給部450からの同一の同期信号が2つのゲート信号出力部411, 412に並列入力され、この同期信号に基づいてゲート信号出力部4

11, 412がゲート信号をそれぞれ出力する。これによって、2つの電源装置301, 302のインバータ321, 322のスイッチング動作を確実に同期させることができ、電源装置301, 302の出力位相を確実に同期させることができる。よって、2つの分割電極部材111, 112に同位相の電圧を印加することができ、分割電極部材111, 112間に電位差が生じてアークが発生するのを確実に防止できる。これによって、安定的で良好なプラズマ表面処理を確実に行なうことができる。

[0141] 図47は、図46の変形態様を示したものである。この態様の同期手段400には、第1電源装置301のための第1コントロールIC413と第2電源装置302のための第2コントロールIC414が設けられている。第1コントロールIC413は、図46の同期信号供給部450と第1ゲート信号出力部411に相当する機能を含んでいる。すなわち、第1コントロールIC413には、発振回路が内臓されており、この発振回路の発振信号(同期信号)に基づいて端子411a, 411b, 411c, 411dからゲート信号が第1インバータ321へ出力される。しかも、第1コントロールIC413の発振回路は、発振信号線463を介して第2コントロールIC414に接続されている。これにより、第1コントロールIC413の発振信号が、第2コントロールIC414にも入力されるようになっている。

[0142] 第2コントロールIC414は、図46の第2ゲート信号出力部412に相当する機能を含んでおり、上記第1コントロールIC413からの発振信号に基づいて端子412a, 412b, 412c, 412dからゲート信号を第2インバータ322へ出力するようになっている。

これによって、2つのインバータ321, 322のスイッチング動作を確実に同期させることができ、電源装置301, 302の出力位相を確実に同期させることができる。

[0143] 図48は、図46の他の変形態様を示したものである。

第1分割電極部材111, 211と第1トランス331の二次コイルとにより第1LC共振回路351が構成され、第2分割電極部材112, 212と第2トランス332の二次コイルとにより第2LC共振回路352が構成されている。電源装置301, 302は、これらLC共振回路351, 352を共振させる共振形高周波電源が用いられている。

[0144] 第1電源装置301のインバータ321の出力側(トランス331の一次側)からフィードバック信号線459が延びている。このフィードバック信号線459が、同期手段400に格納された検出回路452に接続されている。検出回路452は、同期信号供給部450

に格納された補正回路453に接続されている。

[0145] 検出回路452は、フィードバック信号線459を介して第1インバータ321の出力電流(第1トランス331の一次電流)を検出し、補正回路453に出力する。補正回路453は、検出回路452からの入力に基づいて発振周波数を補正する。すなわち、第1インバータ321の出力周波数が、第1LC共振回路351の共振周波数より低いときは、発振周波数を高くする。一方、第1インバータ321の出力周波数が、第1LC共振回路351の共振周波数より高いときは、発振周波数を低くする。同期信号供給部450は、この補正後の発振周波数の同期信号を第1ゲート信号出力部411と第2ゲート信号出力部412に並列入力する。これによって、2つの電源装置301、302を同期させることができるだけでなく、これら電源装置301、302のインバータ321、322の出力周波数をLC共振回路351、352の共振周波数に確実に合致させることができ、高出力を得ることができる。

[0146] 第1電極部材と第2電極部材のサイズひいては静電容量は、図44ー図48の態様のように同じであるのが好ましいが、互いに異なってもよい。例えば、図49(a)に示す装置では、第1分割電極部材111、211が第2分割電極部材112、212より、長さ方向の寸法が大きく、ひいては静電容量が大きい。この場合、図49(b)に示すように、第2電源装置302から第2分割電極部材112への出力パルス電圧の立ち上り及び／又は立ち下り時間を第1電源装置301から第1分割電極部材111への出力パルス電圧の立ち上り及び／又は立ち下り時間より長くするのが好ましい。或いは、図50に示すように、小サイズのほうの分割電極部材112にコンデンサ113を並列接続することにしてもよい。これによって、大サイズの分割電極部材111と小サイズの分割電極部材112に印加される電圧波形を互いに合致させることができる。

[0147] 本発明は、上記形態に限定されるものではなく、本発明の精神を逸脱しない限りにおいて種々の改変をなすことができる。

例えば、電極構造において、隣り合う列間部分隙間33pどうし間の連通空間33rに絶縁樹脂などの隔壁を埋め込むなどして、隣り合う列間部分隙間33pどうしを隔ててもよい。

電極ユニット30Xを、前後に複数段配置することにもよい。

各電極列31X, 32Xにおいて隣り合う電極部材どうし間の間隙に挟むスペーサ36(図2)の前後方向の寸法や配置位置を調節することにより、列内隙間33qの処理ガス通路としての大きさを適宜調節することにしてもよい。

列内隙間33qの幅や列間部分隙間33pの幅は、適宜設定する。列内隙間33qの幅が、列間部分隙間33pより大きくてもよく、小さくてもよく、等しくてもよい。

図9ー図16、図31ー図32等のガス導入口形成部43におけるガス誘導手段ないしガス導入手段と、図4ー図8等の放電空間33s内におけるガス誘導手段と、図20ー図30等の吹出し口形成部49におけるガス誘導手段とを相互に組み合わせる等、各実施形態の要部を相互に組み合わせてもよい。

処理ガス導入部20を省略し、処理ガスを処理ガス源から放電処理部30に直接導入するように構成してもよい。途中で処理ガスの圧力変化を防止する圧力調整弁を備えるように構成してもよい。

本発明は、洗浄、成膜、エッチング、表面改質(親水性処理や撥水性処理等)、アッシング等の種々のプラズマ表面処理に遍く適用でき、グロー放電に限らず、コロナ放電、沿面放電、アーク放電などによるプラズマ表面処理にも適用でき、略常圧に限らず減圧下でのプラズマ表面処理にも適用できる。

図面の簡単な説明

[0148] [図1]第1実施形態に係るリモート式常圧プラズマ処理装置を示す側面断面図である。

[図2]図1のII-II線に沿う前記リモート式常圧プラズマ処理装置の電極構造の平面断面図である。

[図3]前記リモート式常圧プラズマ処理装置の被処理物であるガラス基板に電極構造を投影させた平面図である。

[図4]電極構造の電極列間の隙間にガス誘導部材を設けた実施形態を示す概略平面図である。

[図5]図4のV-V線に沿う電極構造の正面断面図である。

[図6]ガス誘導部材の変形例を示す正面断面図である。

[図7]ガス誘導部材の変形例を示す正面断面図である。

[図8]ガス誘導部材の変形例を示す正面断面図である。

[図9]処理ガス導入口形成部にガス誘導手段を設けた実施形態を示す正面図である。

[図10]処理ガス導入口形成部に設けたガス誘導手段の他の実施形態を示す正面図である。

[図11]処理ガスの斜流に合わせて電極部材の端面を斜めにした実施形態を示す平面図である。

[図12]処理ガス導入口形成部に設けたガス誘導手段の他の実施形態を示し、図13のXII-XII線に沿う側面断面図である。

[図13]図12のXIII-XIII線に沿う正面断面図である。

[図14]図12のガス誘導手段としての整流部材の斜視図である。

[図15]処理ガス導入口形成部にガス誘導手段として列間部分隙間どうしの境の閉塞部材を設けた実施形態を示す正面断面図である。

[図16]図15の実施形態の平面断面図である。

[図17]電極間にガス誘導手段となる門型スペーサを設けた実施形態を示す正面断面図である。

[図18]前記門型スペーサを正視した図である。

[図19]図17の実施形態の平面断面図である。

[図20]吹出し口形成部にガス誘導手段を設けた実施形態を示す分解斜視図である。

[図21]図20の実施形態の正面断面図である。

[図22]吹出し口にガス誘導手段として多孔板を設けた実施形態を示す分解斜視図である。

[図23]図22の実施形態の正面断面図である。

[図24]吹出し口形成部にガス誘導手段として列間部分隙間どうしの境の閉塞部を設けた実施形態を示す分解斜視図である。

[図25]図24のXXV-XXV線に沿う側面図である。

[図26]図24のXXVI-XXVI線に沿う正面図である。

[図27]列内隙間の下流端を列内吹出し口を介して開口させた実施形態を示す分解

斜視図である。

[図28]図27の実施形態の吹出し口形成部材(下板)の平面図である。

[図29]上記列内吹出し口の変形例を示す平面図である。

[図30(a)]上記列内吹出し口の他の変形例を示す平面図である。

[図30(b)]上記列内吹出し口の他の変形例を示す平面図である。

[図31]処理ガス導入部に列内導入口を設けた実施形態を示す分解斜視図である。

[図32]図31の処理ガス導入部の平面図である。

[図33]第1、第2電極列の互いに対向する電極部材どうしを少しずらした実施形態を示す平面図である。

[図34]列内隙間を斜めにした実施形態を示す平面断面図である。

[図35]図34の実施形態の分解斜視図である。

[図36](a)は、図34の列間隙間と傾斜列内隙間の交差部を拡大して示す平面図であり、(b)、(c)はそれぞれ傾斜列内隙間の傾き角度を変えた変形例を示す拡大平面図である。

[図37]列内隙間を斜めにし、各電極列の電極部材数を4つにした実施形態を示す平面断面図である。

[図38]図37の実施形態の分解斜視図である。

[図39]共通(単一)の電源を用いた実施形態を示す平面図である。

[図40]電極列ごとに極性を同じに揃えた実施形態を示す平面図である。

[図41]電極列ごとに同極性とし、共通(単一)の電源を用いた実施形態を示す平面図である。

[図42]各電極列の隣り合う電極部材の端面どうしを突き当て、列内隙間を無くした実施形態の平面断面図である。

[図43]図42において更に電極列ごとに同極性とした実施形態の平面断面図である。

[図44]複数の電源装置を同期させる同期手段を設けた実施形態の基本構成例を示す回路図である。

[図45]図44の具体構成の実施形態を示す回路図である。

[図46]図44の具体構成の他の実施形態を示す回路図である。

[図47]図46の変形例を示す回路図である。

[図48]図46の他の変形例を示す回路図である。

[図49(a)]図44において第1分割電極部材と第2分割電極部材のサイズが異なる態様を示す回路図である。

[図49(b)]図49(a)の第1電源装置と第2電源装置の出力電圧波形を示すグラフであり、横軸は時間であり、縦軸は電圧である。

[図50]図49(a)において他の解決手段を適用した態様を示す回路図である。

符号の説明

[0149] W 被処理物

2 処理ガス源

3A, 3B, 3C 電源

3 共通(単一)の電源

30 放電処理部

30X 電極ユニット(電極構造)

31X 第1電極列

31A, 31B, 31C, 31D 電極部材

32X 第2電極列

32A, 32B, 32C, 32D 電極部材

33s 列間隙間

33p 列間部分隙間

33r 連通空間

33q 列内隙間

31d 鈍角側の角

31e 鋭角側の角

32d 鈍角側の角

32e 鋭角側の角

33u 第1電極列の列内隙間と列間隙間との交差部

33v 第2電極列の列内隙間と列間隙間との交差部

43 導入口形成部**43a 処理ガス導入口**

43b 第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位に対応する分岐口(ガス誘導手段)

43d 第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位に対応する分岐口(ガス誘導手段)

43h 列間導入口(主導入口)

43i 列内導入口(副導入口)

49 下板(吹出し口形成部)

49a スリット状吹出し口

49B ガス誘導部(ガス誘導手段)

49c ガス誘導面

49d 上段吹出し口

49E 橋部(吹出し口の隣り合う列間部分隙間どうしの境の吹出し口側の端部を塞ぐ閉塞部)

49f 下段吹出し口

49g 吹出し口の多孔板より上側の空間

49h 列間吹出し口

49i 列内吹出し口(大開口幅の吹出し口、ガス誘導手段)

49j 菱形開口(大開口幅の吹出し口、ガス誘導手段)

49k 三角形開口(大開口幅の吹出し口、ガス誘導手段)

49m 列間吹出し口

49n 傾斜列内吹出し口

49U 下板の上段の板部

49L 下板の下段の板部

51 ガス誘導部材(ガス誘導手段)

51a ガス誘導面

52 ガス誘導部材(ガス誘導手段)

52a ガス誘導面

52b ガス戻し面

- 53 ガス誘導部材(ガス誘導手段)
- 54 ガス誘導部材(ガス誘導手段)
- 53a, 54a ガス誘導面
- 60 ガス誘導手段としての整流部材
- 62 連通空間の近くに配置された整流板
- 70 閉塞部材(閉塞部)
- 80 門型スペーサ
- 81 脚部(隣り合う電極部材どうし間への介在部)
- 82 連結部(閉塞部)
- 90 ガス誘導手段としての多孔板
- 90a 多数の小孔
- 100 電界印加電極
- 200 接地電極
- 301 第1電源装置
- 302 第2電源装置
- 400 同期手段
- 111 第1分割電極部材
- 112 第2分割電極部材
- 211, 212 接地電極の分割電極部材
- 311 第1直流整流部
- 321 第1インバータ
- 331 第1トランス
- 321a, 321b, 321c, 321d 第1スイッチング素子
- 312 第2直流整流部
- 322 第2インバータ
- 332 第2トランス
- 322a, 322b, 322c, 322d 第2スイッチング素子
- 410 共通(単一)のゲート信号出力部

411 第1ゲート信号出力部

412 第2ゲート信号出力部

450 共通同期信号供給部

A 商用交流電源

請求の範囲

- [1] 処理ガスを放電空間でプラズマ化して吹出し、被処理物に当てることによりプラズマ処理を行なう装置における前記放電空間を形成する電極構造であって、
被処理物の寸法より短い長さの電極部材を一方向に複数並べてなり、全体として被処理物の寸法に対応する長さの第1電極列と、
前記被処理物の寸法より短い長さの他の電極部材を第1電極列と平行に複数並べてなり、全体として被処理物の寸法に対応する長さの第2電極列と、を含み、
前記並び方向の実質的に同じ位置に配置された第1、第2電極列の電極部材どうしが、互いに逆の極性を有して互いの間に前記放電空間の一部分となる列間部分隙間を構成し、
第1、第2電極列どうしの間に、前記列間部分隙間を一系列に複数連ねてなる列間隙間が、被処理物の寸法に対応する長さ形成されていることを特徴とするプラズマ処理装置の電極構造。
- [2] 前記極性として電界印加極と接地極があり、前記電極部材のうち電界印加極を構成するものどうしが、互いに異なる電源に接続されていることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置の電極構造。
- [3] 前記極性として電界印加極と接地極があり、前記電極部材のうち電界印加極を構成するものどうしが、共通の電源に接続されていることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置の電極構造。
- [4] 処理ガスを放電空間でプラズマ化して吹出し、被処理物に当てることによりプラズマ処理を行なう装置における前記放電空間を形成する電極構造であって、
一方向に並べられた複数の電極部材からなる第1電極列と、
この第1電極列と平行に並べられた他の複数の電極部材からなる第2電極列と、を含み、
前記並び方向の実質的に同じ位置に配置された第1、第2電極列の電極部材どうしが、互いに逆の極性を有して互いの間に前記放電空間の一部分となる列間部分隙間を構成し、
第1、第2電極列どうしの間に、前記列間部分隙間を一系列に複数連ねてなる列間隙

間が形成され、

しかも、前記並び方向に隣り合う電極部材どうしの極性が互いに逆になっていることを特徴とするプラズマ処理装置の電極構造。

- [5] 前記第1電極列および／または第2電極列において前記並び方向に隣り合う電極部材どうしの間に列内隙間が形成され、この列内隙間も前記放電空間の他の一部分を構成していることを特徴とする請求項4に記載のプラズマ処理装置の電極構造。
- [6] 前記第1電極列および／または第2電極列において前記並び方向に隣り合う電極部材のうちの一方が、前記列間隙間を形成する第1面と、この第1面と角度をなす第2面を有し、他方の電極部材が、前記第1面と略面一をなして前記列間隙間を形成する第3面と、この第3面と角度をなして前記第2面と対向する第4面を有し、前記第2面と第4面との間に前記列内隙間が形成されていることを特徴とする請求項5に記載のプラズマ処理装置の電極構造。
- [7] 前記第1面と第2面が鈍角をなし、前記第3面と第4面が鋭角をなし、前記列内隙間が、前記列間隙間に対し斜めをなしていることを特徴とする請求項6に記載のプラズマ処理装置の電極構造。
- [8] 前記第1面と第2面のなす鈍角側の角が相対的に大きな曲率半径でR面取りされ、前記第3面と第4面のなす鋭角側の角が相対的に小さな曲率半径でR面取りされていることを特徴とする請求項7に記載のプラズマ処理装置の電極構造。
- [9] 前記第1面を有する電極部材の属する電極列とは反対の側の電極列において、前記第1面を有する電極部材と実質的に同じ位置の電極部材が、前記第1面から第3面の端部に跨るように配置されていることを特徴とする請求項7に記載のプラズマ処理装置の電極構造。
- [10] 前記列内隙間の下流端が、処理ガスを前記列間隙間を介さずに吹出し可能に開口されていることを特徴とする請求項7に記載のプラズマ処理装置の電極構造。
- [11] 処理ガスを放電空間でプラズマ化して吹出し、被処理物に当てることによりプラズマ処理を行なう装置における前記放電空間を形成する電極構造であって、
一方向に並べられた複数の電極部材からなる第1電極列と、
この第1電極列と平行に並べられた他の複数の電極部材からなる第2電極列と、を

含み、

前記並び方向の實質的に同じ位置に配置された第1、第2電極列の電極部材どうしが、互いに逆の極性を有して互いの間に前記放電空間の一部分となる列間部分隙間を構成し、

第1、第2電極列どうしの間に、前記列間部分隙間を一系列に複数連ねてなる列間隙間が形成され、

しかも、前記並び方向に隣り合う電極部材どうしが、同一極性になっていることを特徴とするプラズマ処理装置の電極構造。

[12] 前記極性として電界印加極と接地極があり、前記並び方向に隣り合う電界印加極の電極部材どうしの間に、絶縁性の隔壁が介在されていることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置の電極構造。

[13] 処理ガスを導入口から放電空間に導きプラズマ化して吹出し口から吹出し、被処理物に当てることによりプラズマ処理を行なう処理装置であって、

前記導入口から吹出し口へ向かう方向とは交差する方向に並べられた複数の電極部材からなる第1電極列と、この第1電極列と平行に並べられた他の複数の電極部材からなる第2電極列と、を含む電極構造を備え、

第1電極列の電極部材と第2電極列の電極部材どうしのうち前記並び方向の第1位置に配置されたものどうしが、互いに逆の極性を有して互いの間に前記放電空間の一部分となる第1列間部分隙間を形成するとともに、前記第1位置の隣の第2位置に配置されたものどうしが、互いに逆の極性を有して互いの間に前記放電空間の他の一部分となる第2列間部分隙間を形成しており、

更に、前記第1列間部分隙間における第2位置寄りの部位を通る処理ガス流を第2位置との境又は第2位置方向へ誘導するガス誘導手段を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

[14] 前記第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位の内部には、前記ガス誘導手段として、第2位置方向へ傾くガス誘導面を有するガス誘導部材が設けられていることを特徴とする請求項13に記載のプラズマ処理装置。

[15] 前記ガス誘導部材の前記ガス誘導面より吹出し口側には、ガス誘導面とは逆方向

に傾くガス戻し面が形成されていることを特徴とする請求項14に記載のプラズマ処理装置。

- [16] 前記導入口を形成する導入口形成部を、更に備え、
前記ガス誘導手段が、前記導入口形成部に設けられていることを特徴とする請求項13に記載のプラズマ処理装置。
- [17] 前記導入口形成部の導入口が、前記第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位への分岐口を有し、この分岐口が、第2位置方向へ傾けられることにより、前記ガス誘導手段を構成していることを特徴とする請求項16に記載のプラズマ処理装置。
- [18] 前記導入口形成部の導入口における前記第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位と対応する位置に、前記ガス誘導手段として、第2位置方向へ傾けられた整流板が収容されていることを特徴とする請求項16に記載のプラズマ処理装置。
- [19] 前記ガス誘導手段が、前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間の境の前記導入口側の端部を塞ぐとともにそれより吹出し口側を開放する閉塞部を含むことを特徴とする請求項13に記載のプラズマ処理装置。
- [20] 前記導入口を形成する導入口形成部を、更に備え、
前記導入口形成部の導入口が、前記並び方向に延びるスリット状をなして第1列間部分隙間から第2列間部分隙間に跨っており、この導入口の前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間との境に対応する位置に前記閉塞部が収容されていることを特徴とする請求項19に記載のプラズマ処理装置。
- [21] 前記電極構造には、第1電極列における第1位置の電極部材と第2位置の電極部材どうし間、及び第2電極列における第1位置の電極部材と第2位置の電極部材どうし間にそれぞれ挟まる一対の介在部と、これら介在部を繋ぐ連結部を有するスペーサが設けられ、前記連結部が、前記境の前記導入口側の端部に片寄って配置されることにより前記閉塞部として提供されていることを特徴とする請求項19に記載のプラズマ処理装置。
- [22] 前記吹出し口を形成する吹出し口形成部を、更に備え、
前記ガス誘導手段が、前記吹出し口形成部に設けられ、第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位から出た処理ガスを第2位置方向へ誘導することを特徴とする請求

項13に記載のプラズマ処理装置。

- [23] 前記ガス誘導手段が、第2方向へ傾くガス誘導面を有して、前記吹出し口形成部の吹出し口内における前記第1列間部分隙間の第2位置寄りの部位に対応する位置に配されていることを特徴とする請求項22に記載のプラズマ処理装置。
- [24] 前記ガス誘導手段が、前記吹出し口形成部の吹出し口内における前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間との境に対応する位置に前記電極構造の側に片寄って配置され、前記境の吹出し口側の端部を塞ぐ閉塞部を含むことを特徴とする請求項22に記載のプラズマ処理装置。
- [25] 前記吹出し口形成部が、多孔板を有し、この多孔板によって、第1列間部分隙間からの処理ガスが分散され、ひいては第2位置方向へも拡散されて吹出され、これによって、前記多孔板が、前記ガス誘導手段として提供されることを特徴とする請求項22に記載のプラズマ処理装置。
- [26] 前記吹出し口形成部の吹出し口における前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間どうしの境に対応する部位が、第1列間部分隙間に対応する部位よりも開口幅が大きくなっており、この開口幅の大きい部位が、前記ガス誘導手段として提供されることを特徴とする請求項22に記載のプラズマ処理装置。
- [27] 処理ガスを導入口から放電空間に導きプラズマ化して吹出し口から吹出し、被処理物に当てることによりプラズマ処理を行なう処理装置であって、
前記導入口から吹出し口へ向かう方向とは交差する方向に並べられた複数の電極部材からなる第1電極列と、この第1電極列と平行に並べられた他の複数の電極部材からなる第2電極列と、を含む電極構造を備え、
第1電極列の電極部材と第2電極列の電極部材どうしのうち前記並び方向の第1位置に配置されたものどうしが、互いに逆の極性を有して互いの間に前記放電空間の一部分となる第1列間部分隙間を形成し、前記第1位置の隣の第2位置に配置されたものどうしが、互いに逆の極性を有して互いの間に前記放電空間の他の一部分となる第2列間部分隙間を形成し、しかも、第1電極列における第1位置の電極部材と第2位置の電極部材どうしの極性が互いに逆になるとともにこれら電極部材どうしの間に列内隙間が形成されており、

前記導入口を形成する導入口形成部を、更に備え、

前記導入口形成部の導入口が、前記第1列間部分隙間と第2列間部分隙間に跨る列間導入口と、前記列内隙間に直接的に連なる列内導入口とを含むことを特徴とするプラズマ処理装置。

[28] 互いに対向して間に処理ガスの通路を形成する電界印加電極及び接地電極と、これら電極間に前記処理ガスをプラズマ化するための電界を印加する複数の電源装置と、これら電源装置を同期させる同期手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

[29] 前記複数の電源装置の各々が、商用交流電圧を直流に整流する整流部と、整流後の直流をスイッチング素子にてスイッチングして交流電圧に変換するインバータを有し、前記同期手段が、各電源装置のインバータのスイッチング動作を互いに同期するように制御することを特徴とする請求項28に記載のプラズマ処理装置。

[30] 前記同期手段が、前記複数の電源装置のインバータのための共通のゲート信号出力部を有し、このゲート信号出力部からのゲート信号を各インバータのスイッチング素子のゲートに並列に入力することを特徴とする請求項29に記載のプラズマ処理装置。

[31] 前記同期手段が、各電源装置のインバータごとに設けられた複数のゲート信号出力部と、これらゲート信号出力部のための共通の同期信号供給部を有し、この同期信号供給部からの同期信号を各ゲート信号出力部に並列に入力し、これに応じて各ゲート信号出力部が、対応するインバータのスイッチング素子のゲートにゲート信号を入力することを特徴とする請求項29に記載のプラズマ処理装置。

[32] 第1、第2の分割電極部材を有する電界印加電極と、
この電界印加電極との間に処理ガスの通路を形成する接地電極と、
前記第1分割電極部材と接地電極の間に前記処理ガスをプラズマ化するための電界を印加する第1電源装置と、
前記第2分割電極部材と接地電極の間に前記処理ガスをプラズマ化するための電界を印加する第2電源装置と、
前記第1電源装置と第2電源装置を同期させる同期手段と、を備えたことを特徴と

するプラズマ処理装置。

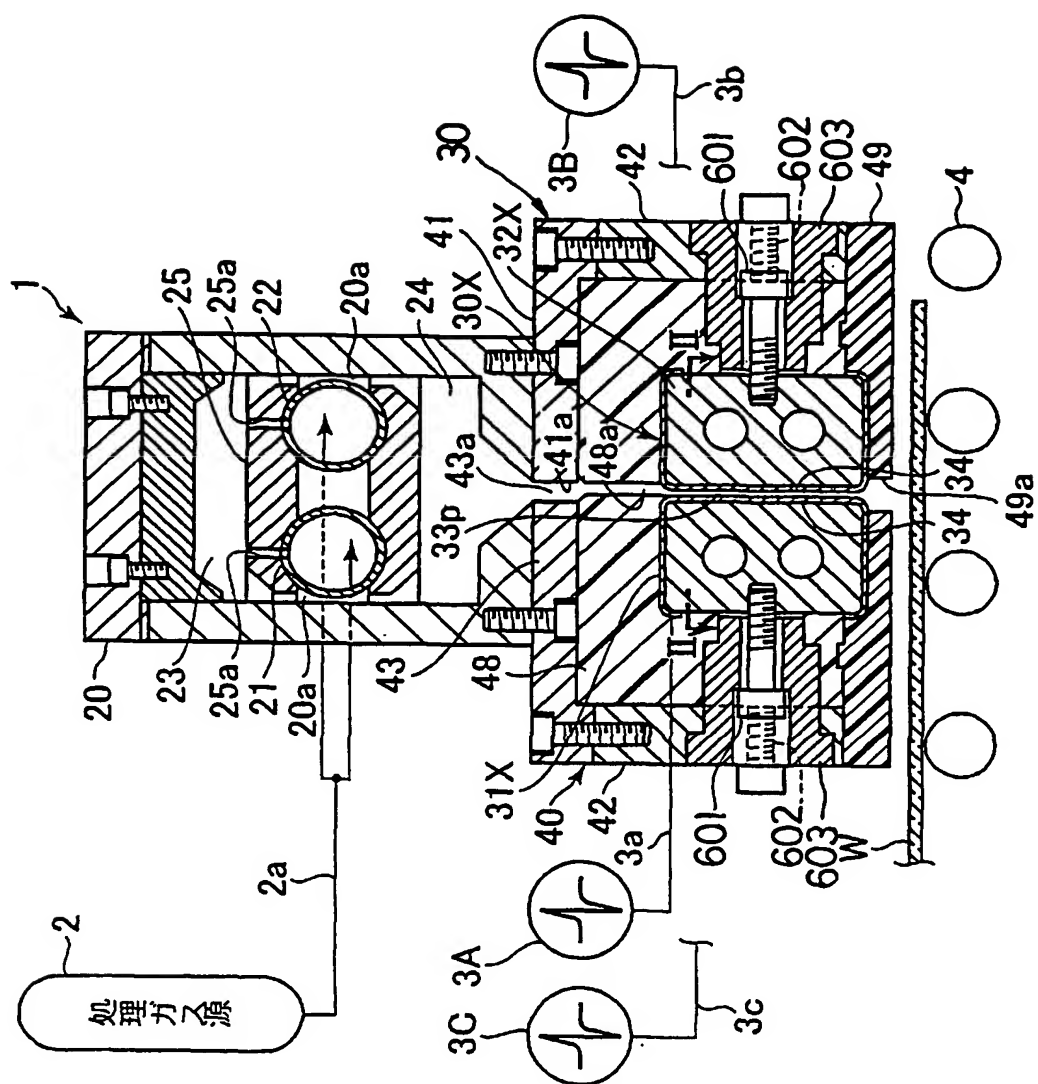
- [33] 前記第1分割電極部材と接地電極との静電容量が、前記第2分割電極部材と接地電極との静電容量より大きく、

前記第2電源装置が、前記第1電源装置より印加電圧の立ち上り及び／又は立ち下り時間が長いことを特徴とする請求項32に記載のプラズマ処理装置。

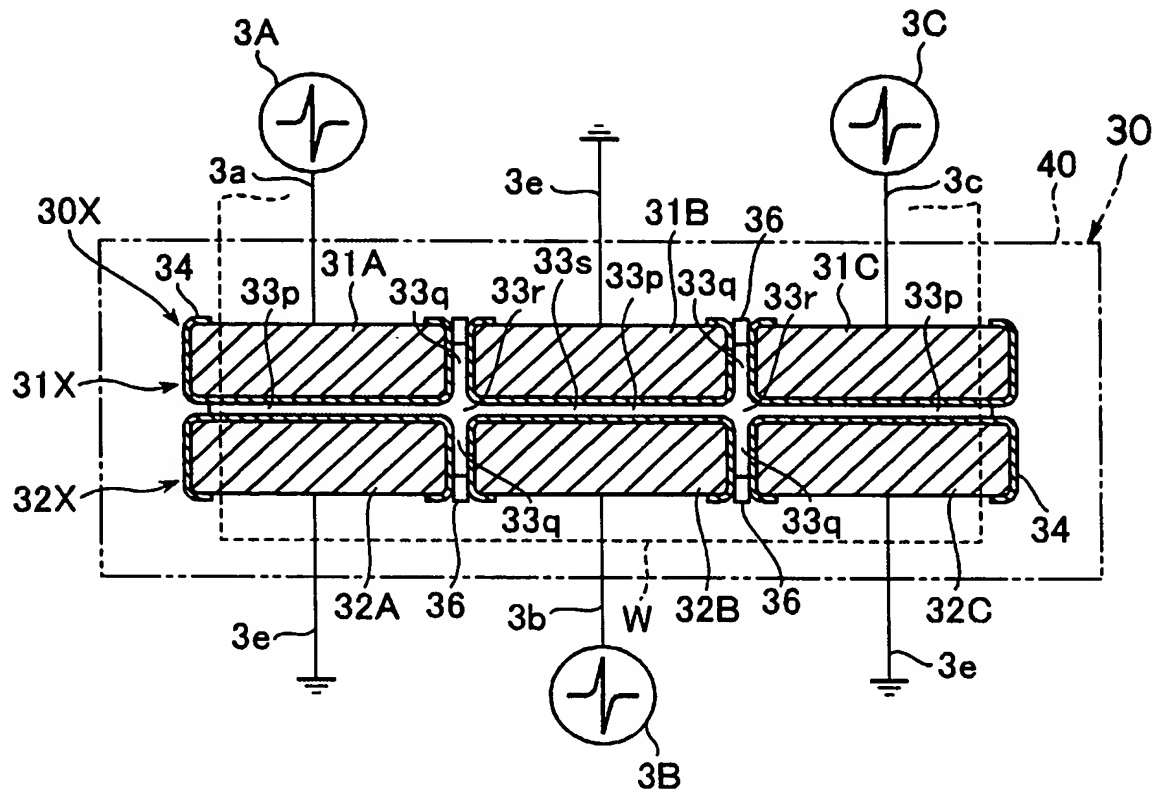
- [34] 前記第1分割電極部材と接地電極との静電容量が、前記第2分割電極部材と接地電極との静電容量より大きく、

前記第2分割電極部材にコンデンサが並列接続されていることを特徴とする請求項32に記載のプラズマ処理装置。

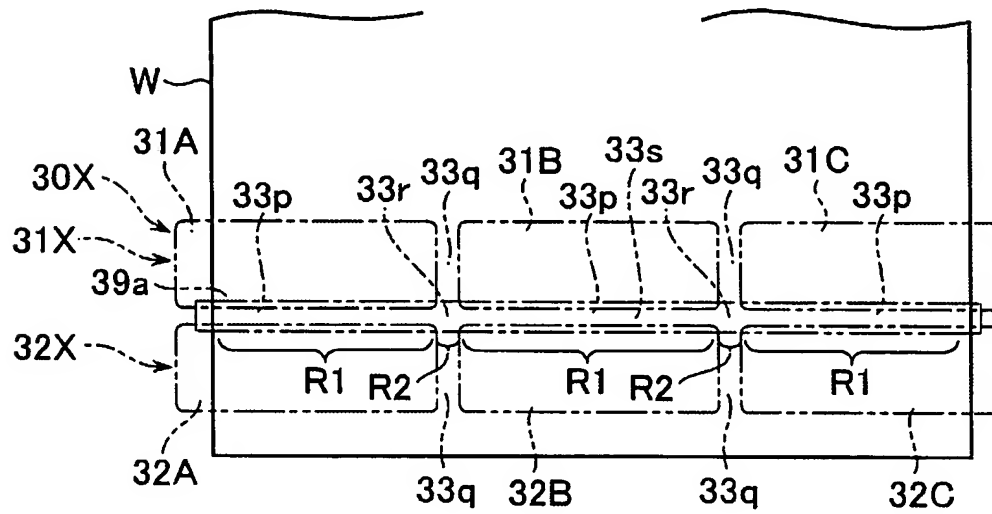
[図1]



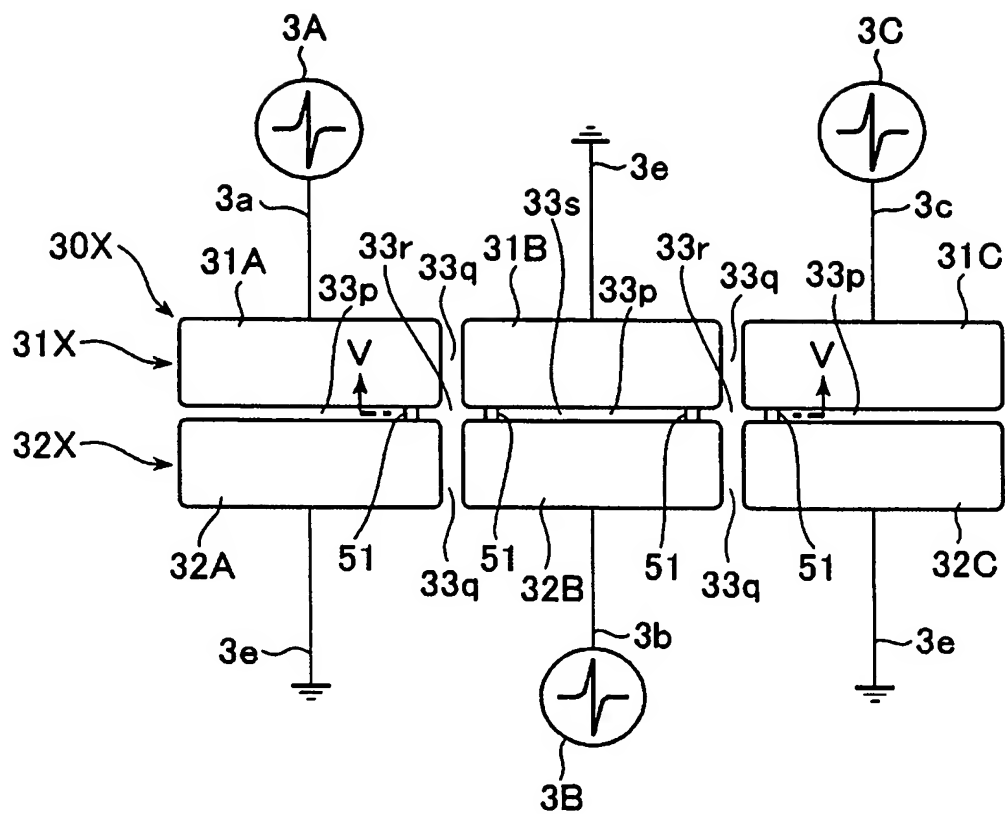
[図2]



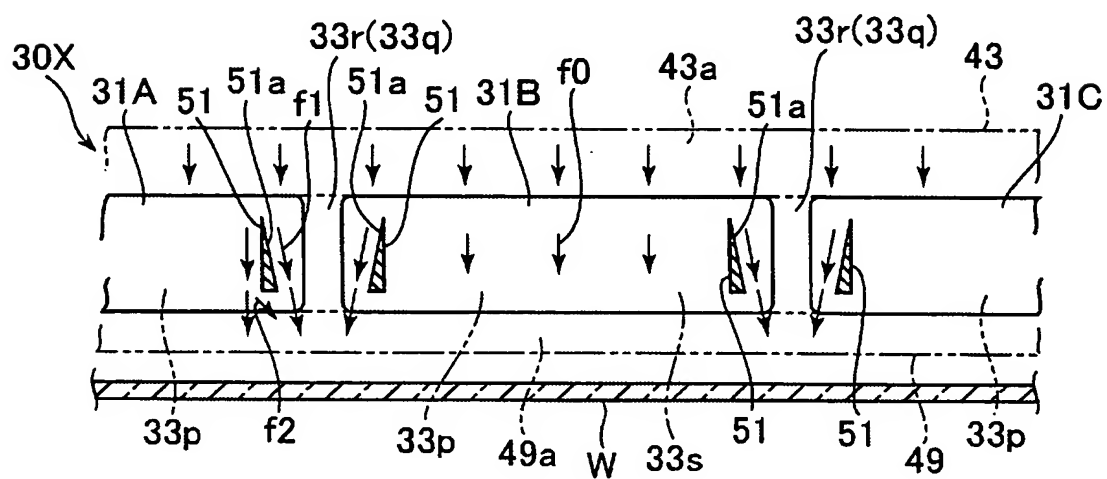
[図3]



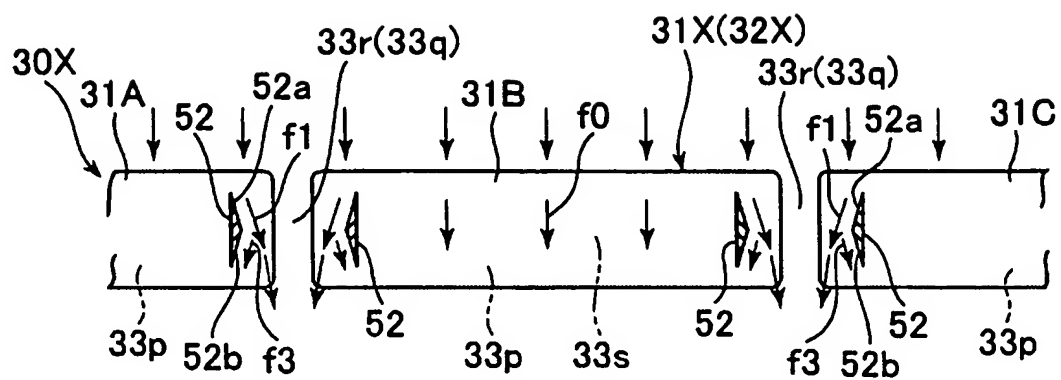
[図4]



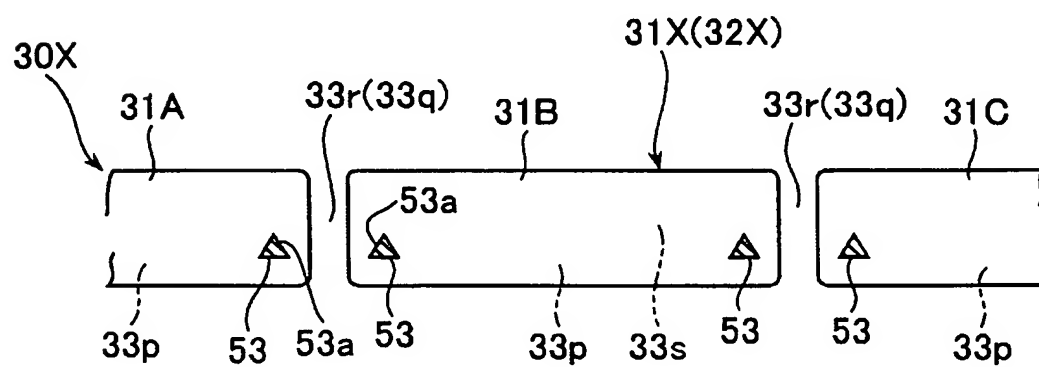
[図5]



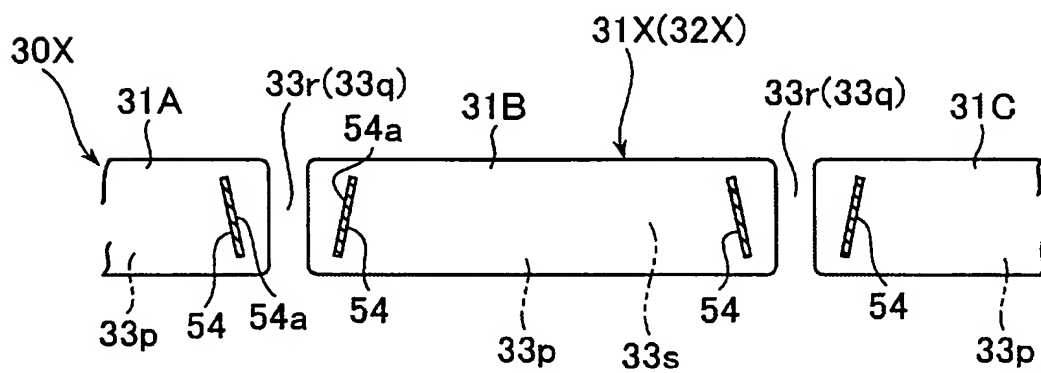
[図6]



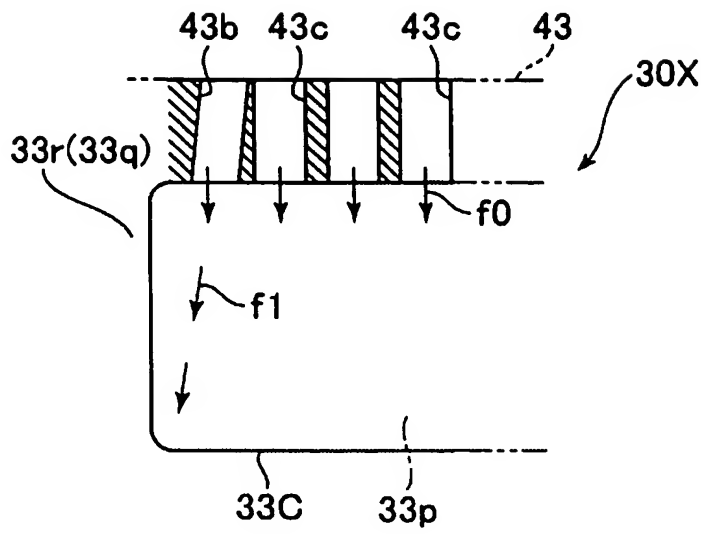
[図7]



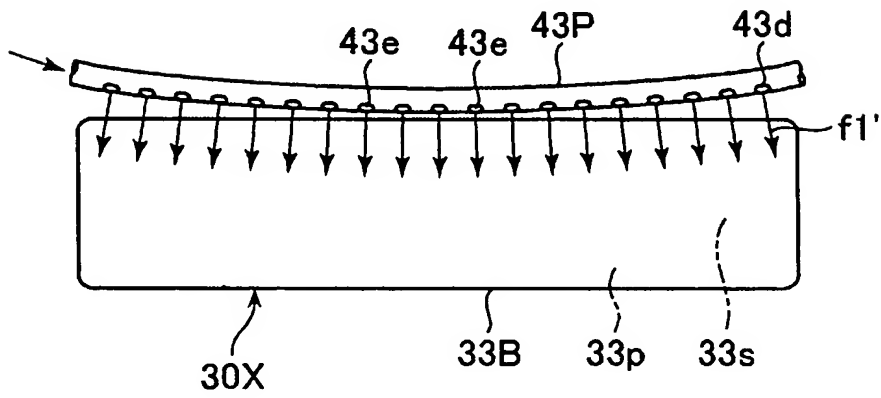
[図8]



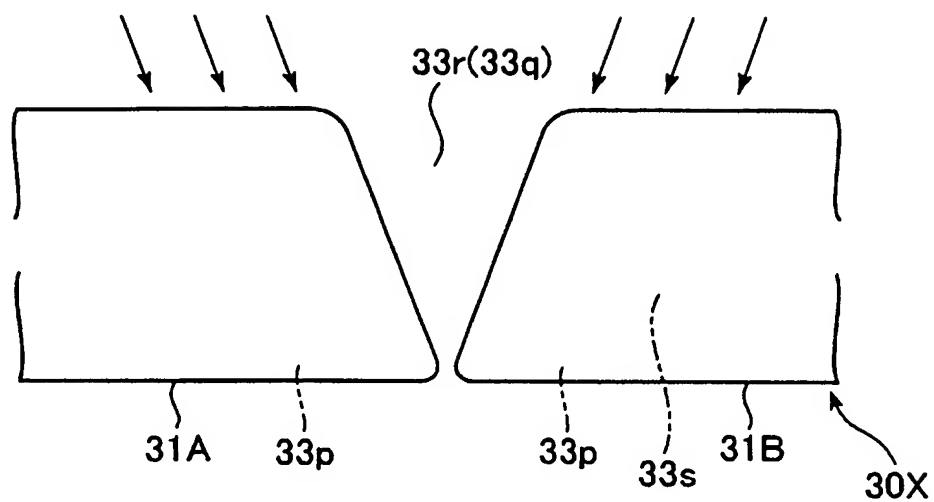
[図9]



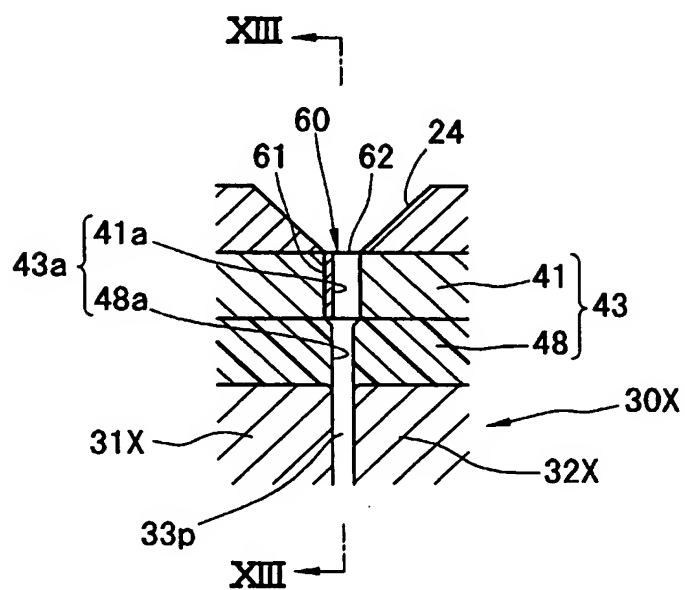
[図10]



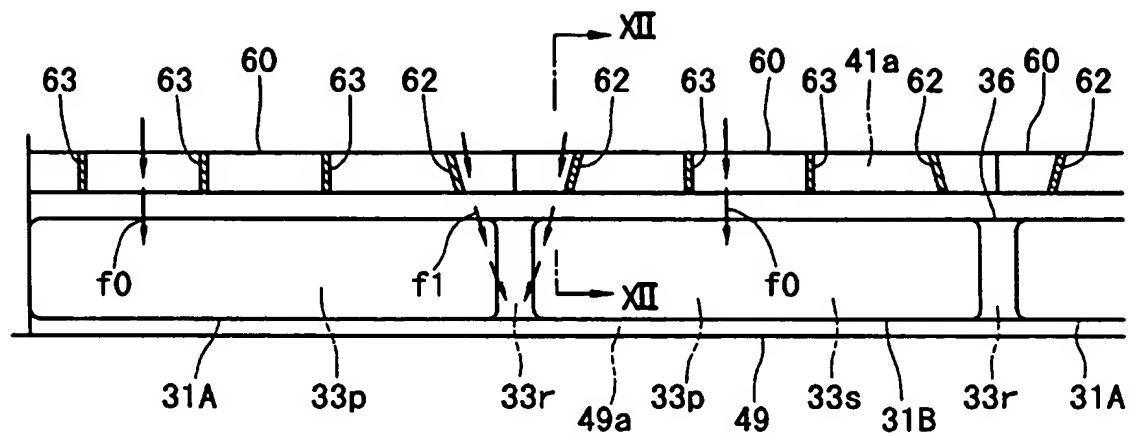
[図11]



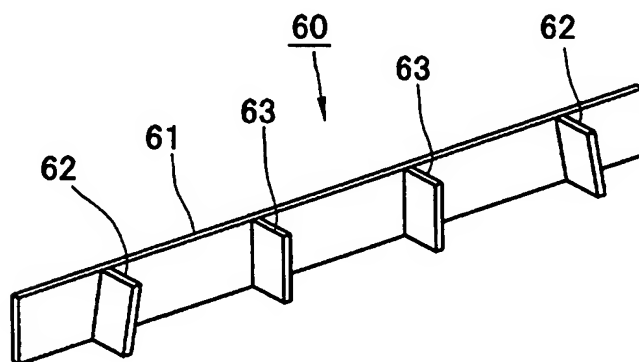
[図12]



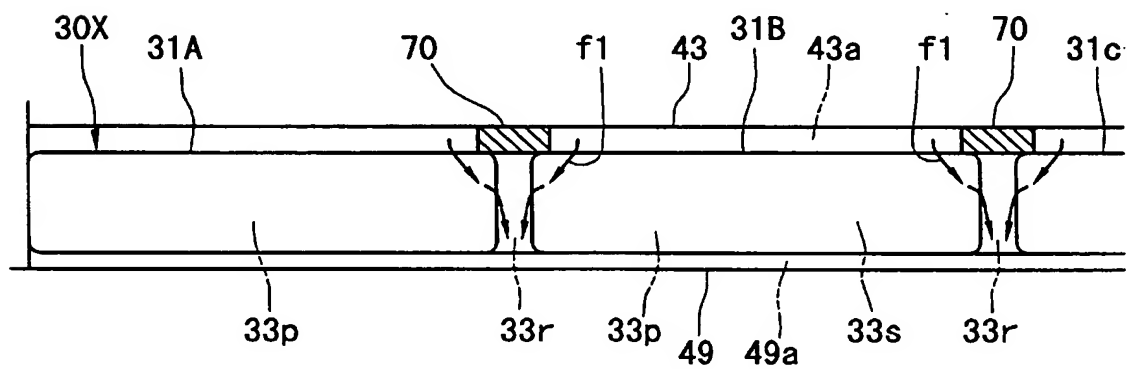
[図13]



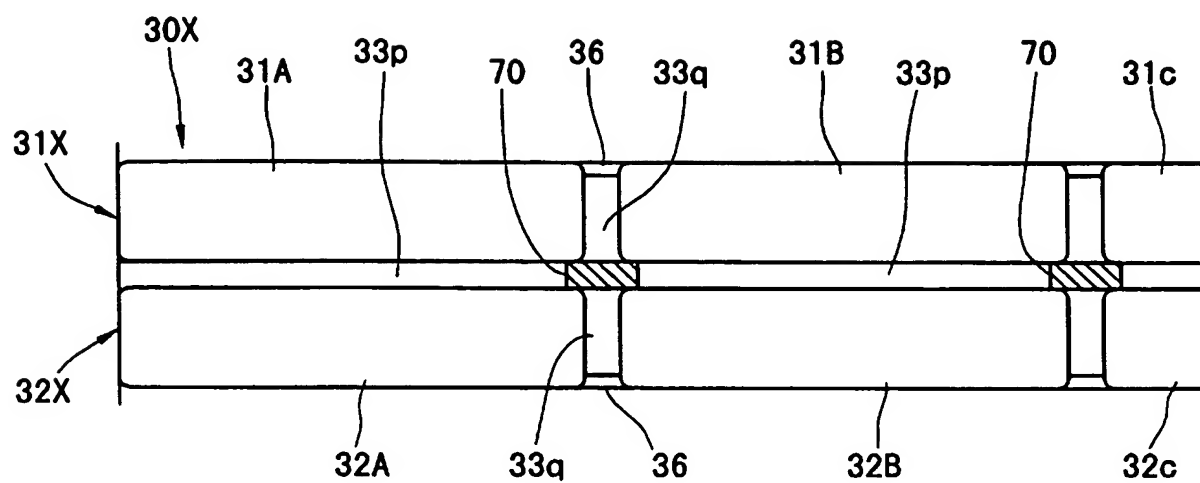
[図14]



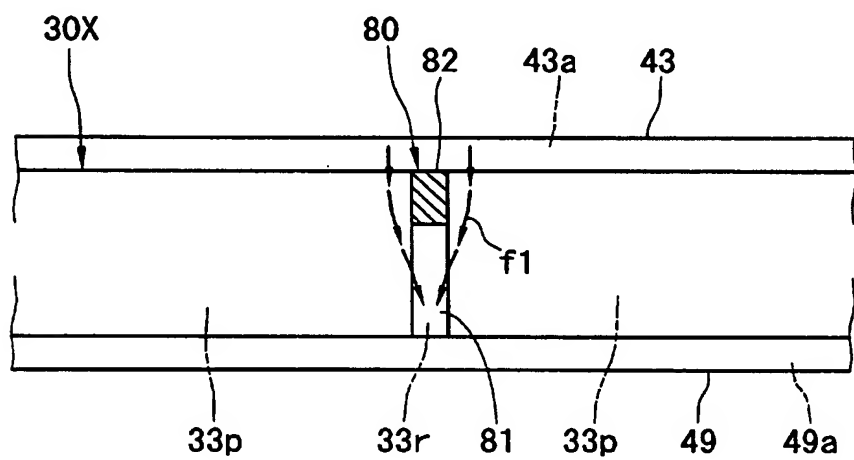
[図15]



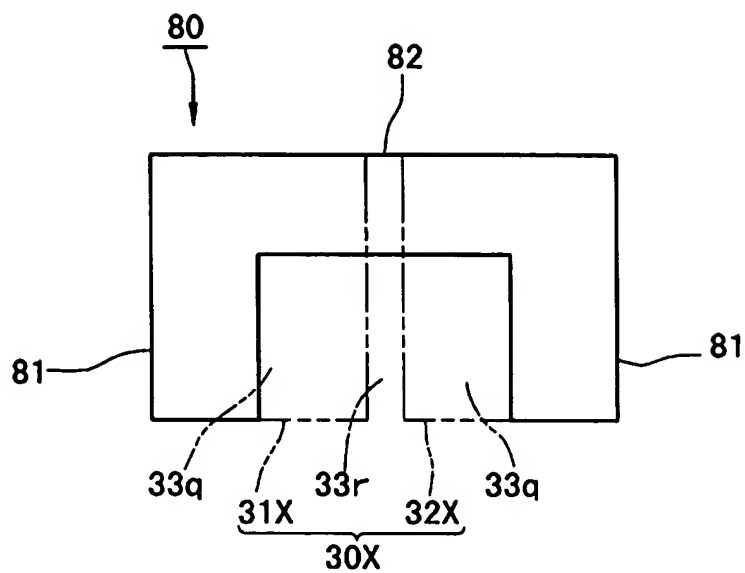
[圖 16]



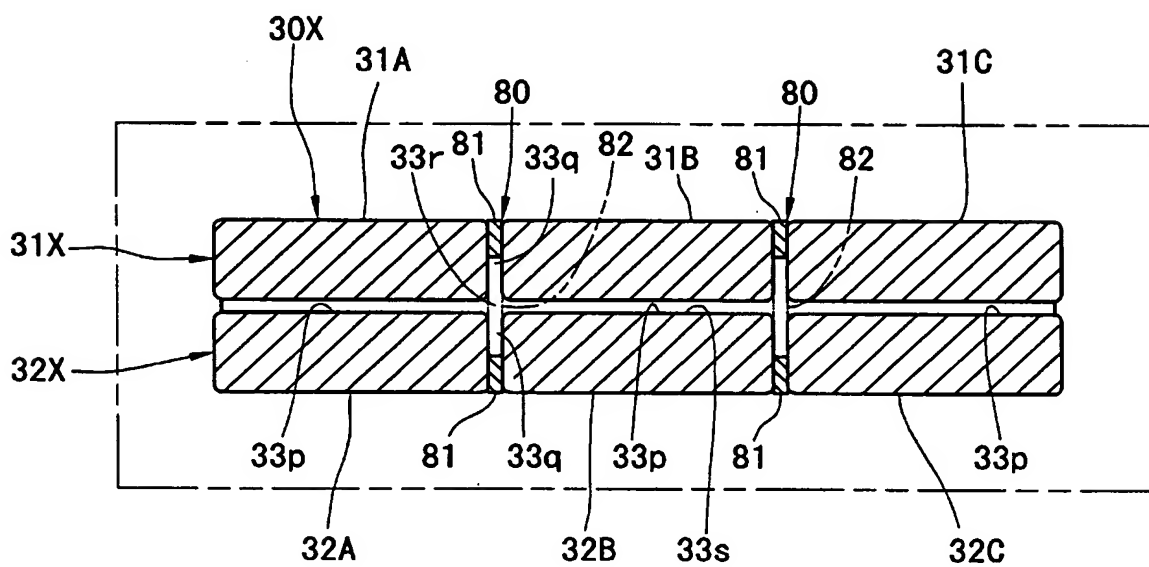
[図17]



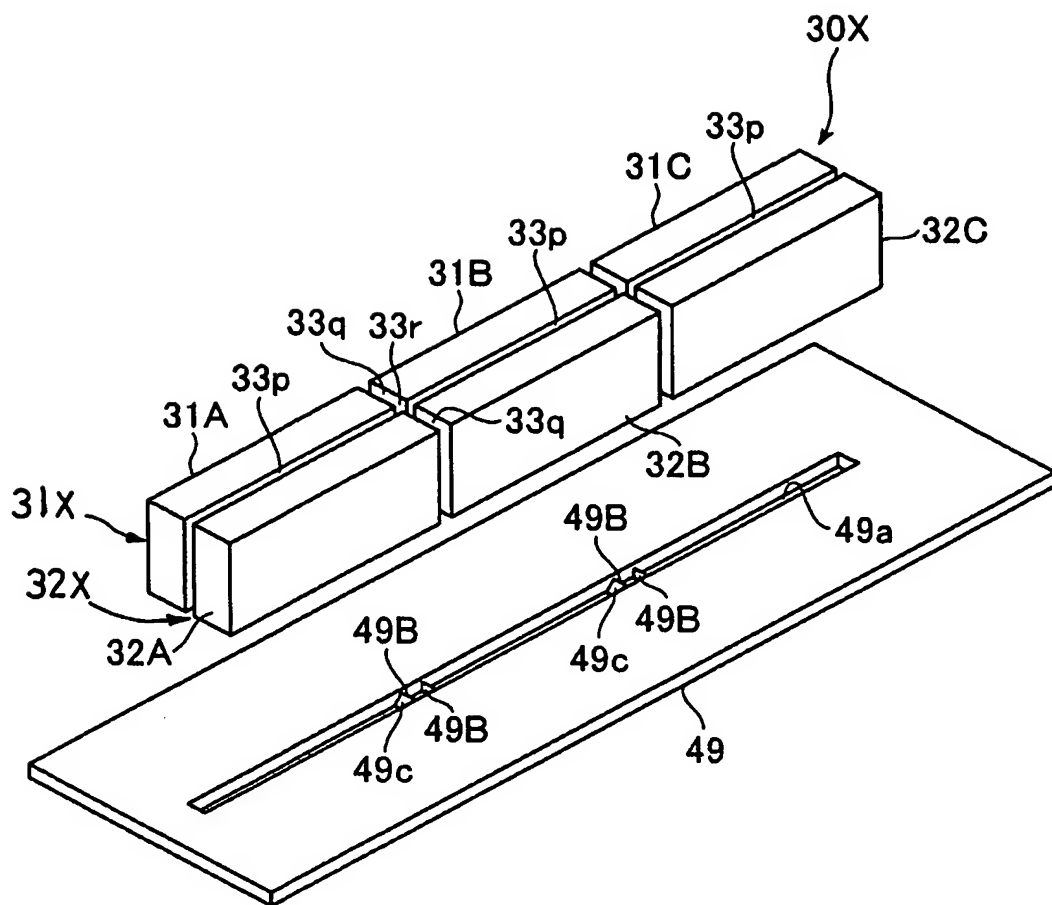
[図18]



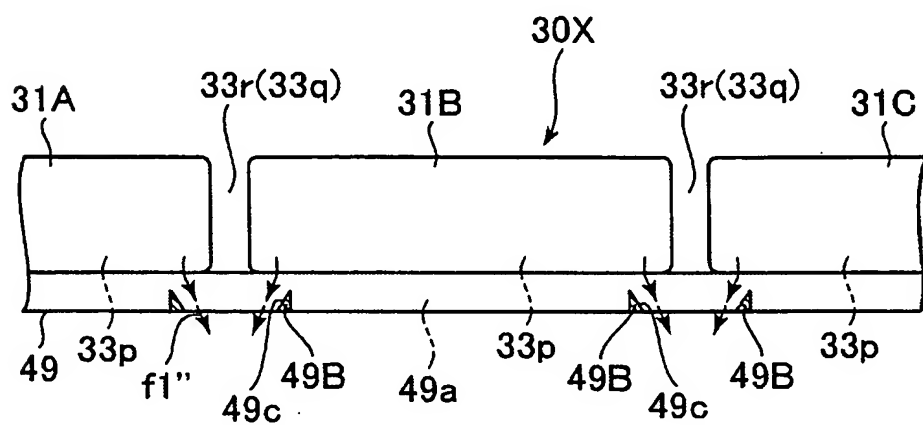
[図19]



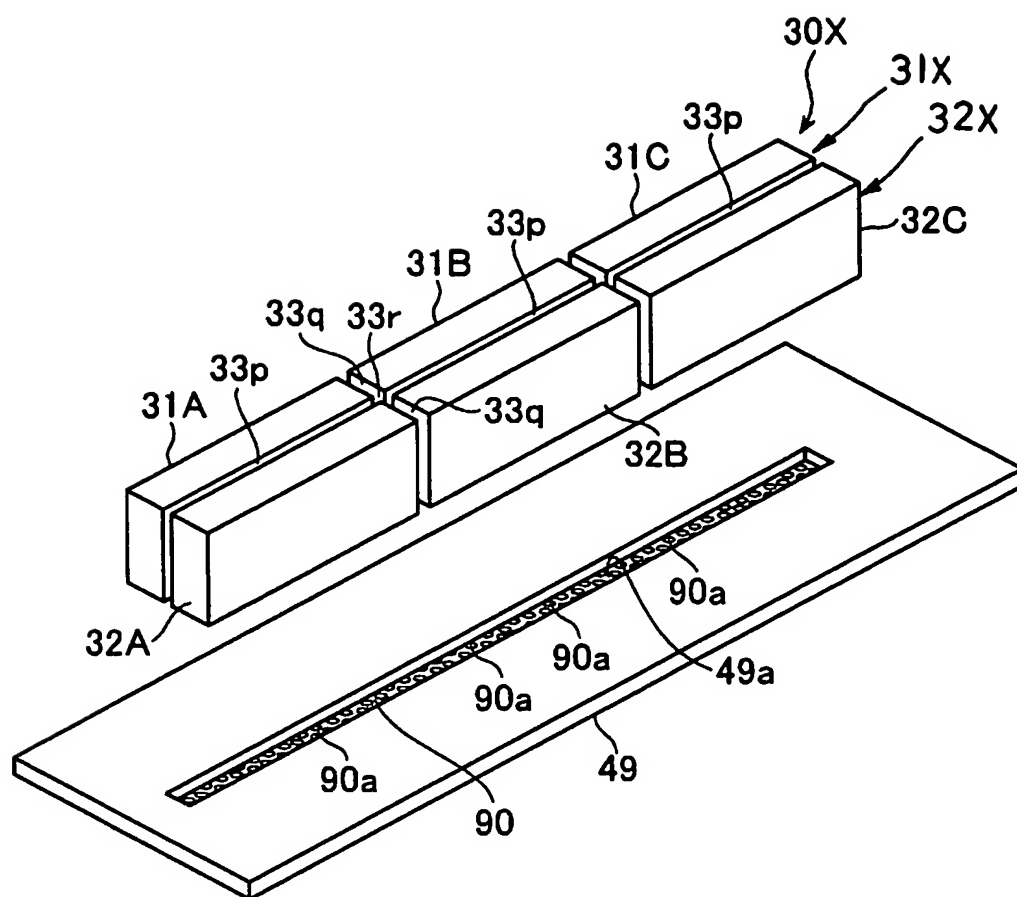
[図20]



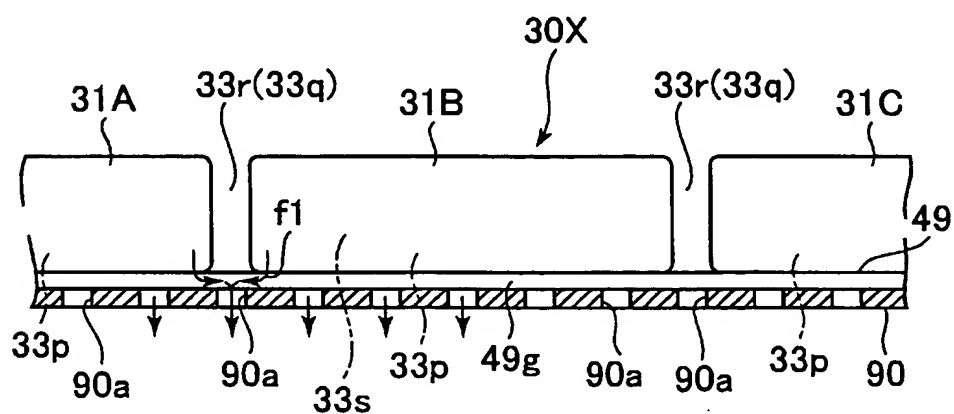
[図21]



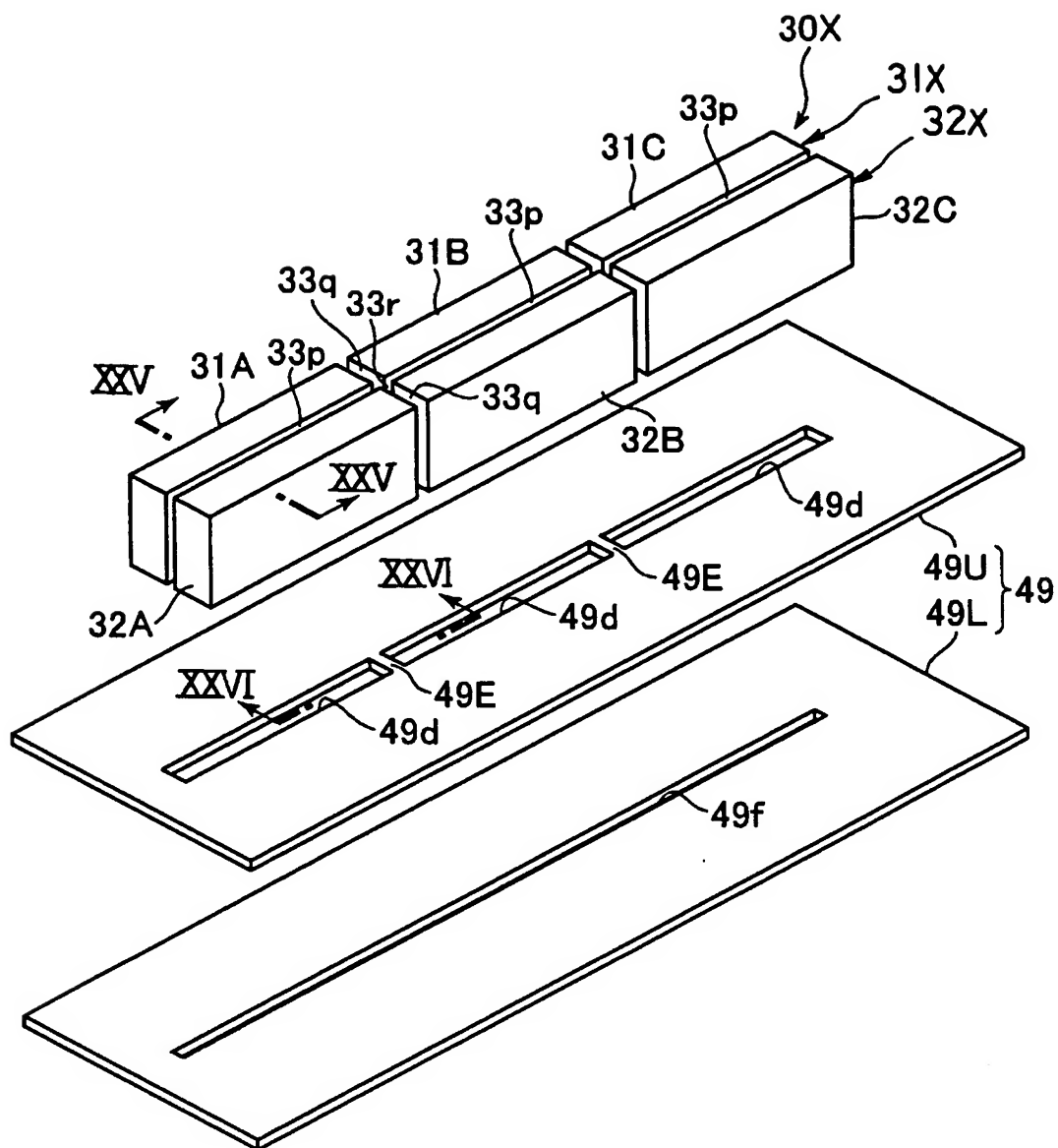
[図22]



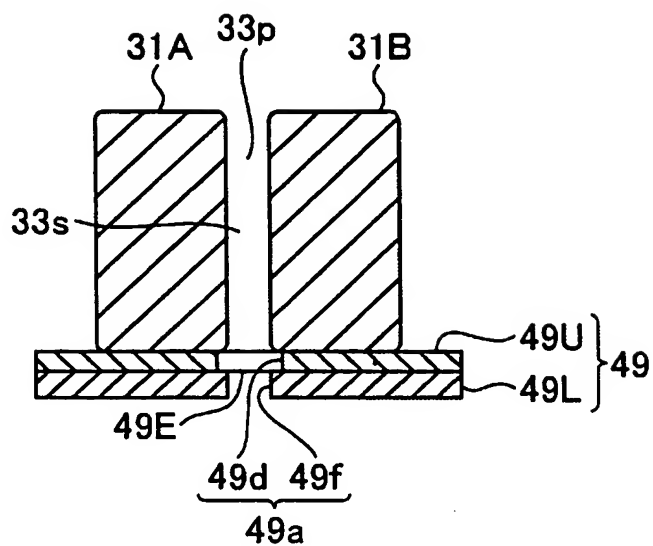
[図23]



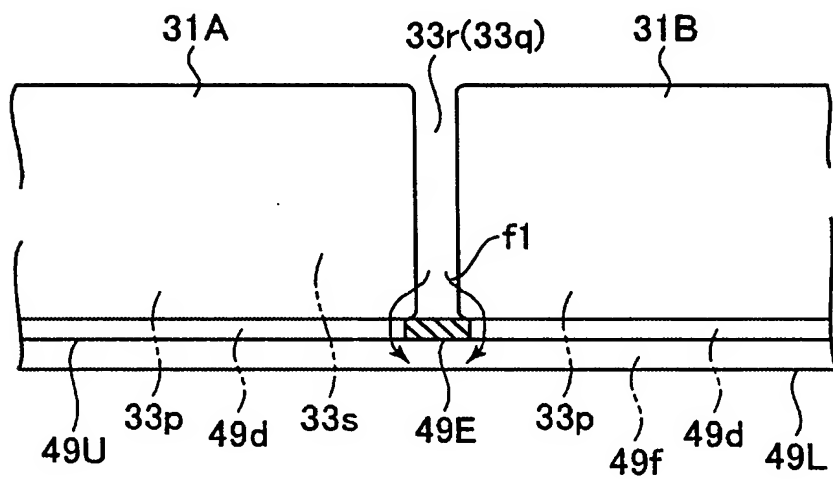
[図24]



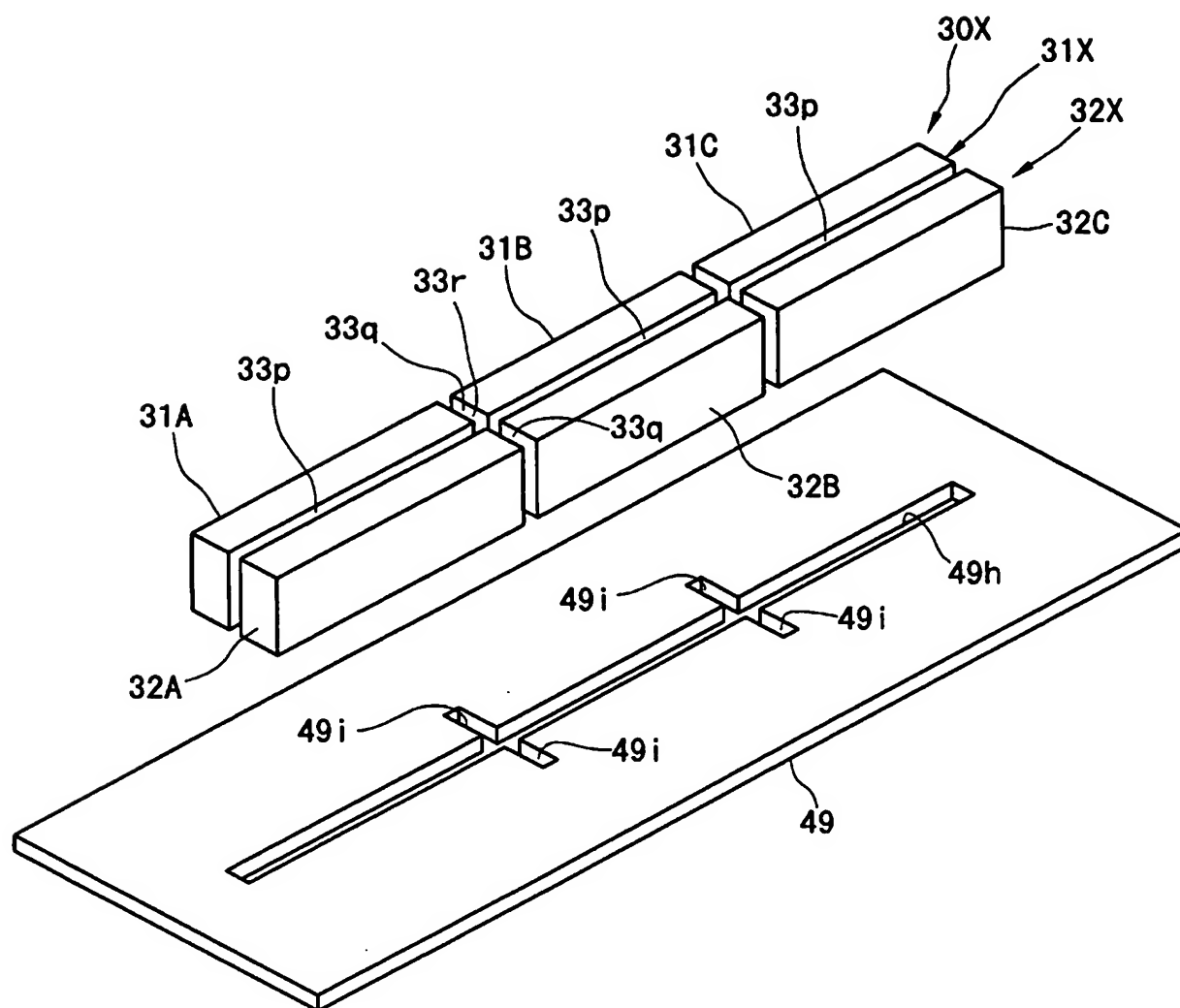
[図25]



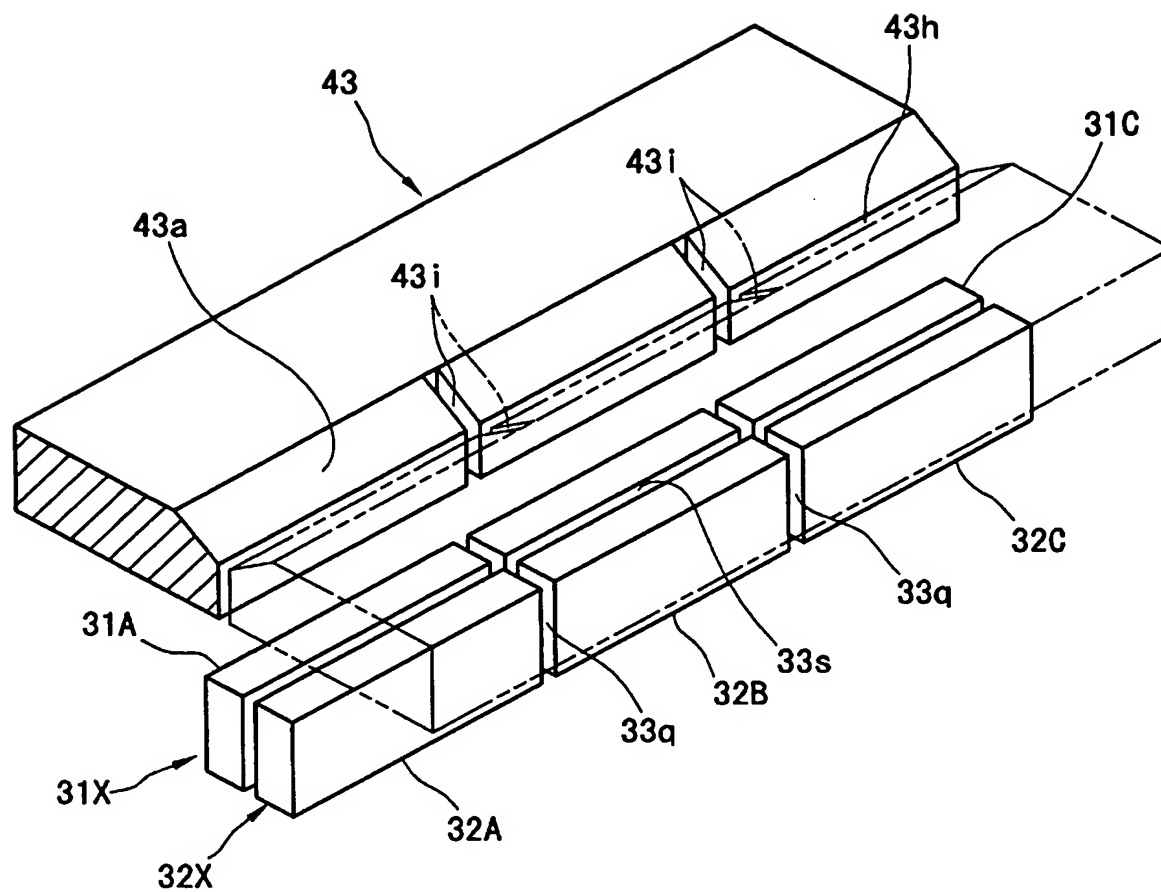
[図26]



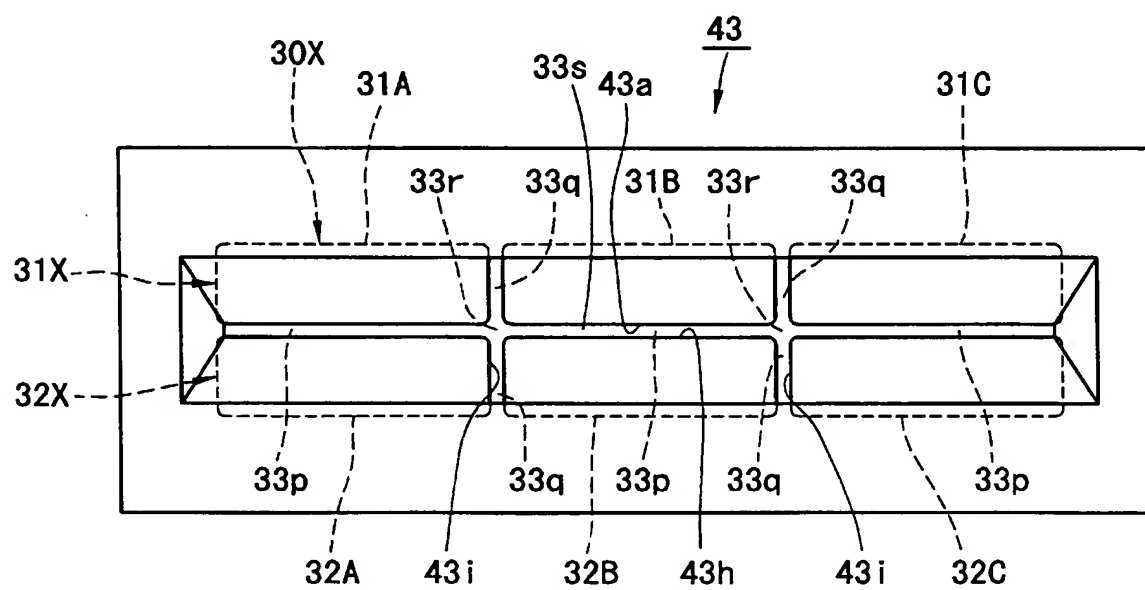
[図27]



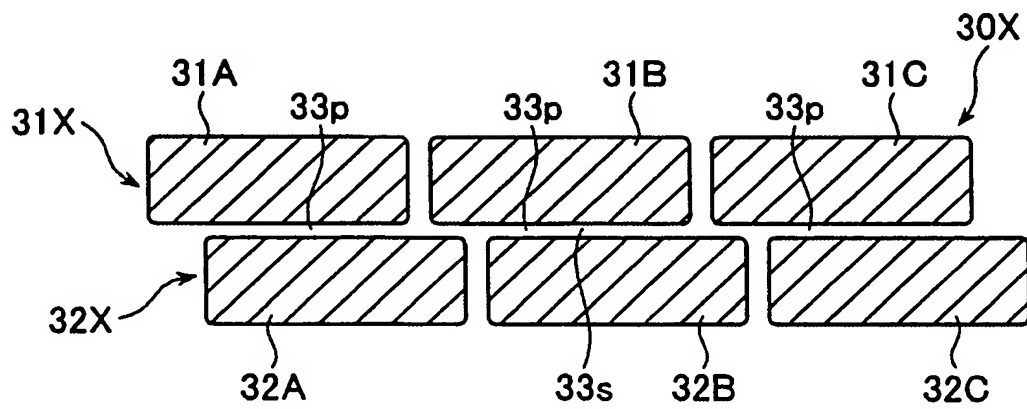
[図31]



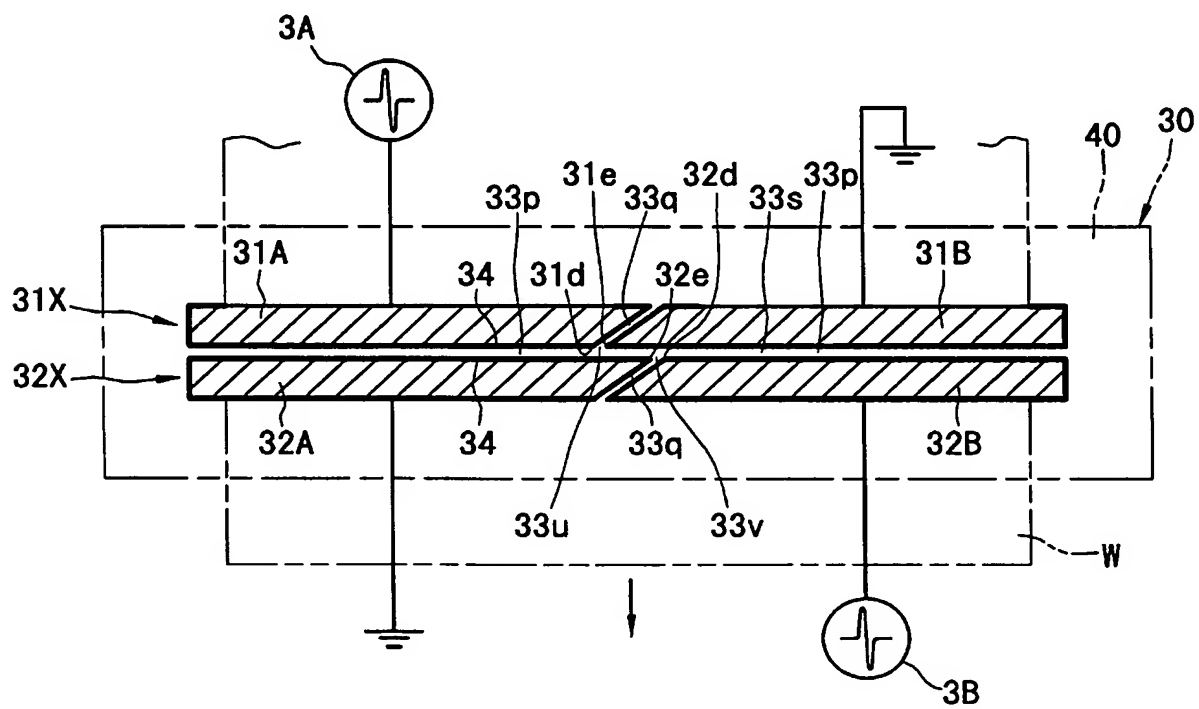
[図32]



[図33]

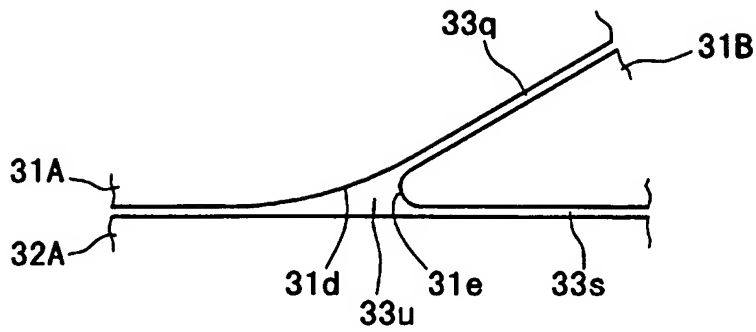


[図34]

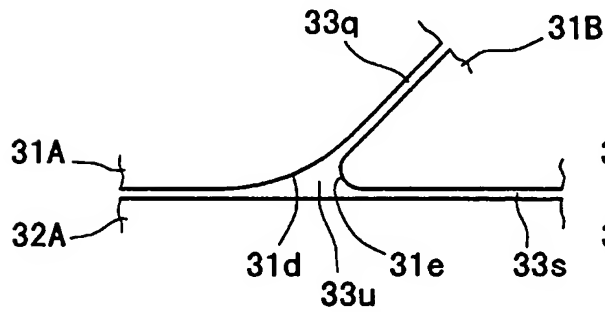


[図36]

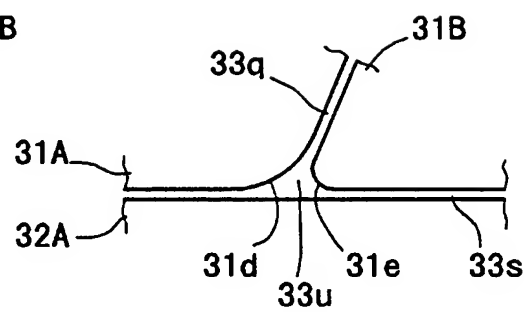
(a)



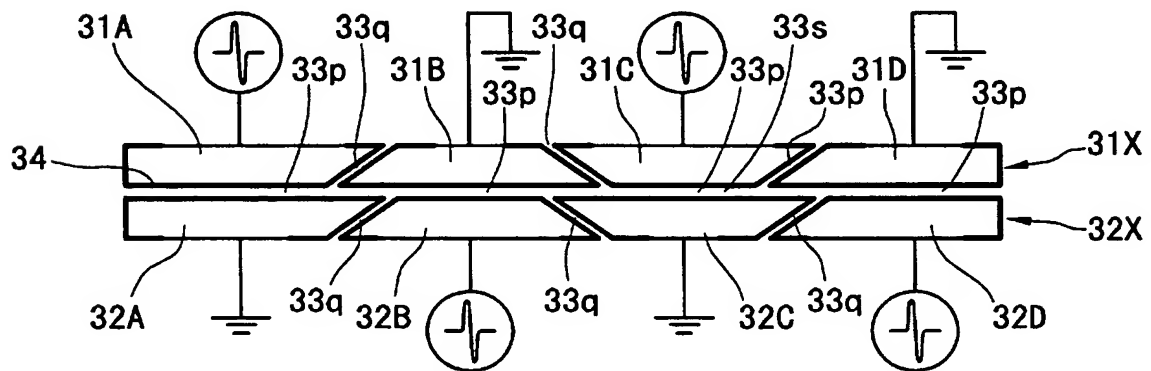
(b)



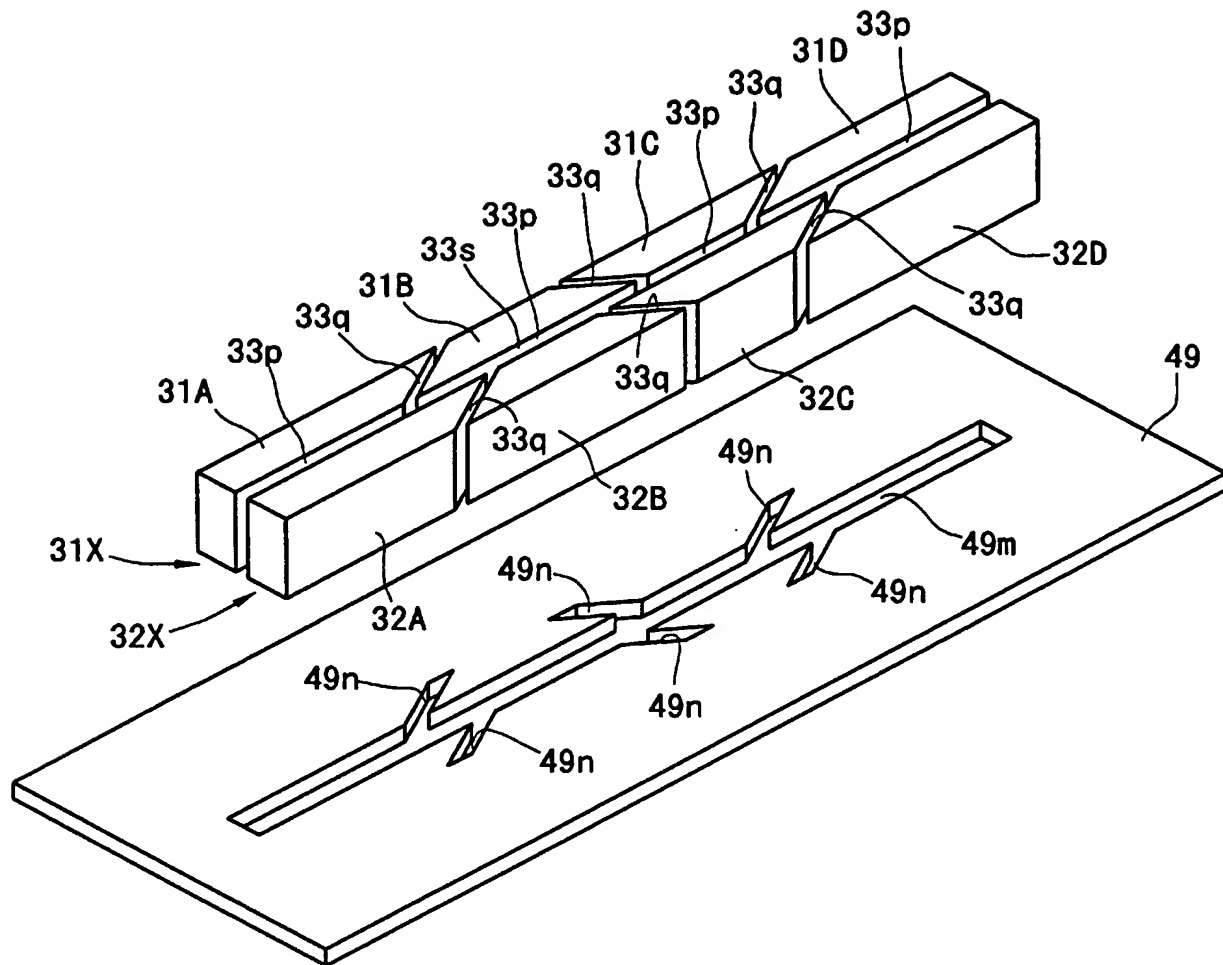
(c)



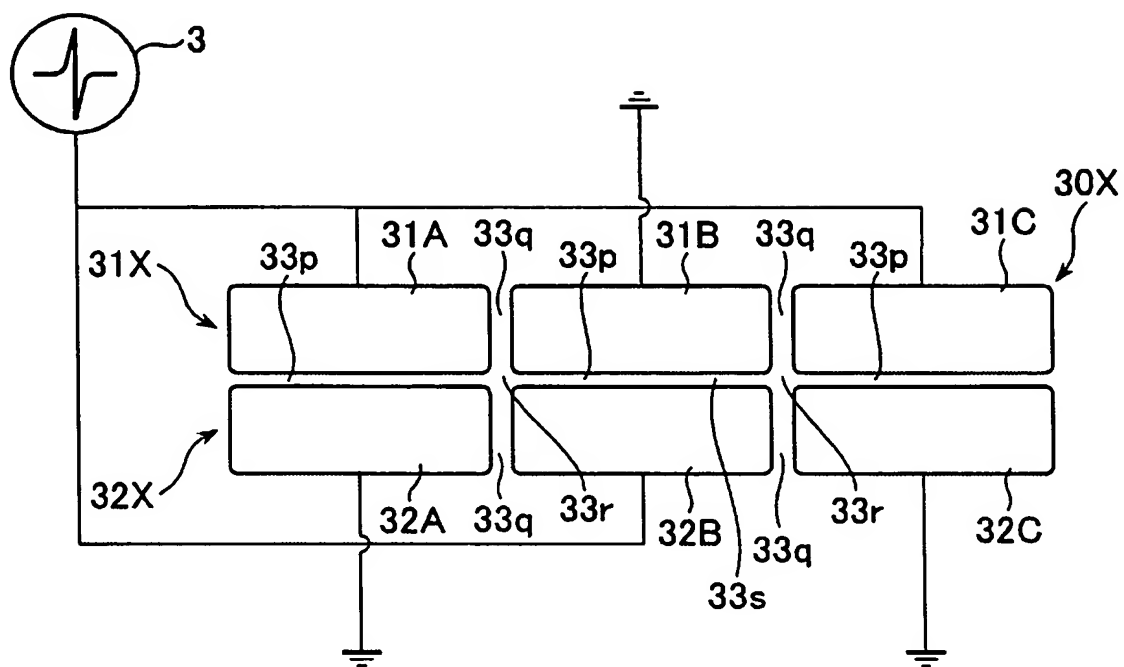
[図37]



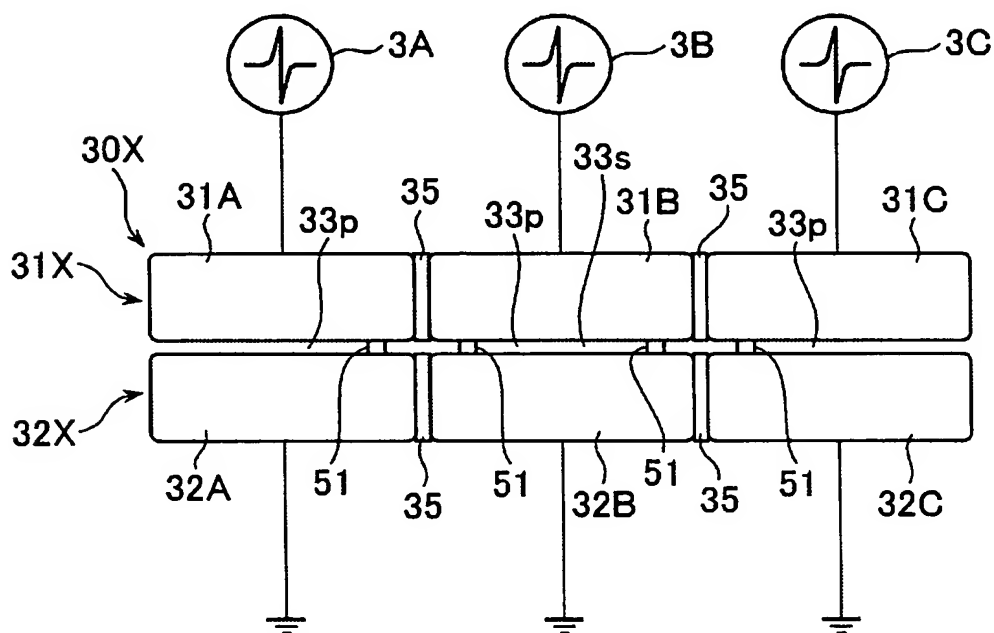
[図38]



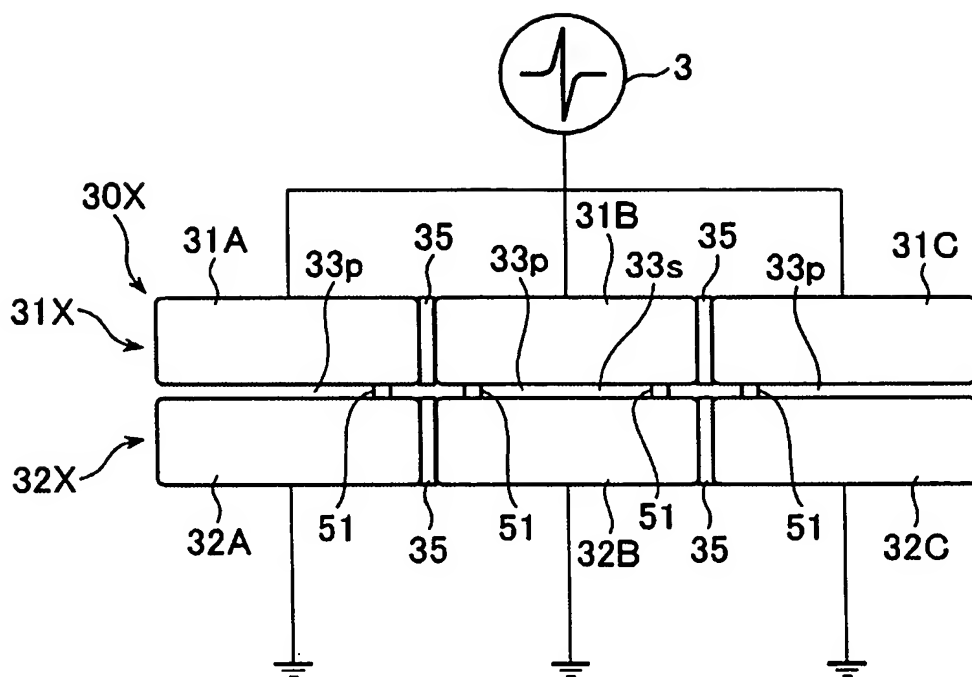
[図39]



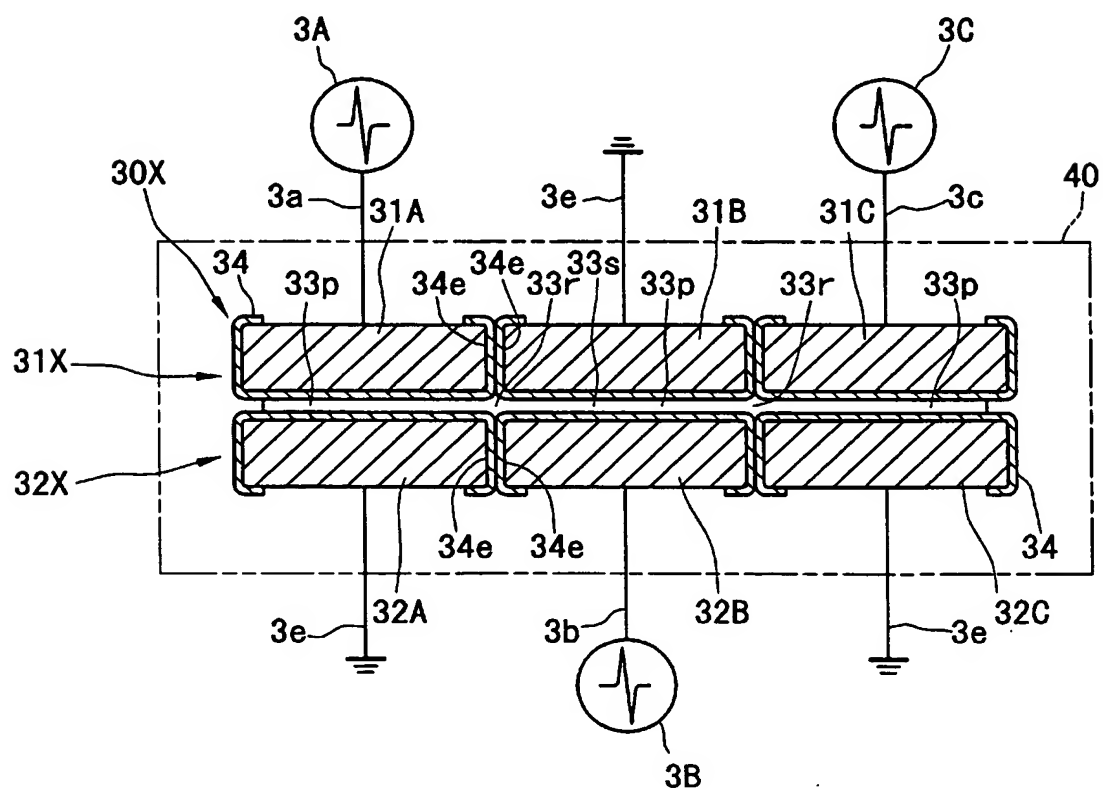
[図40]



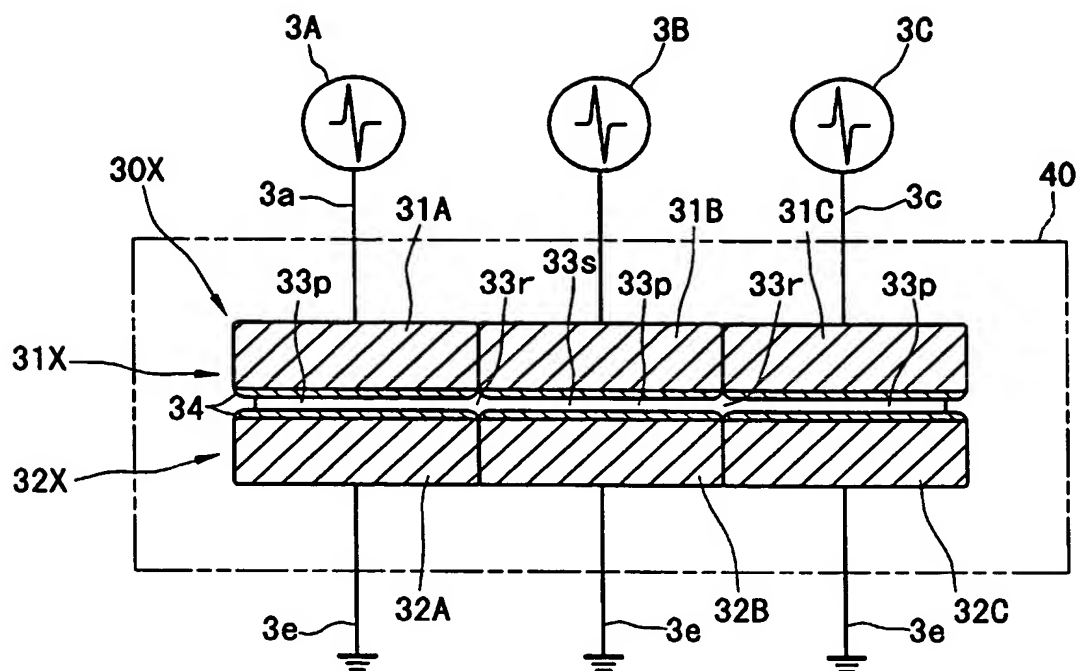
[図41]



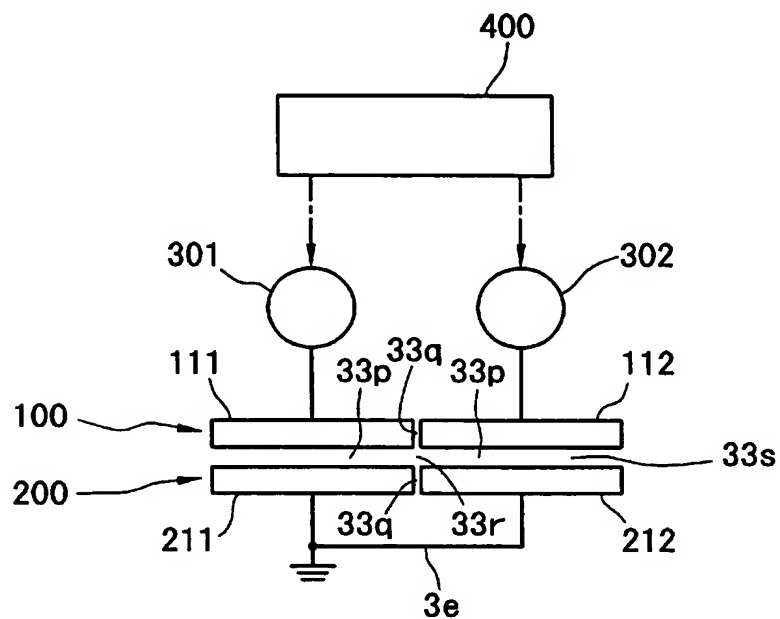
[図42]



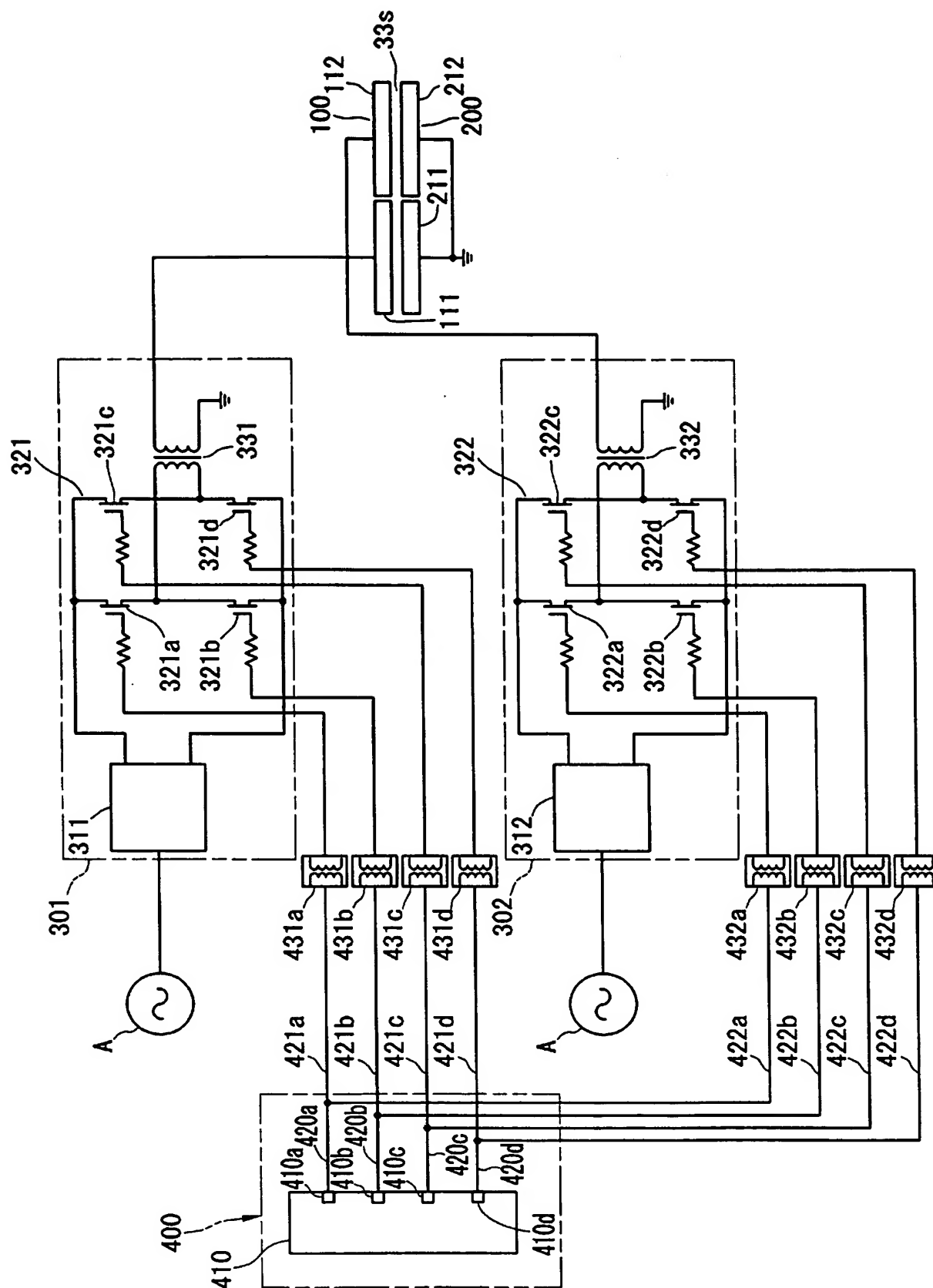
[図43]



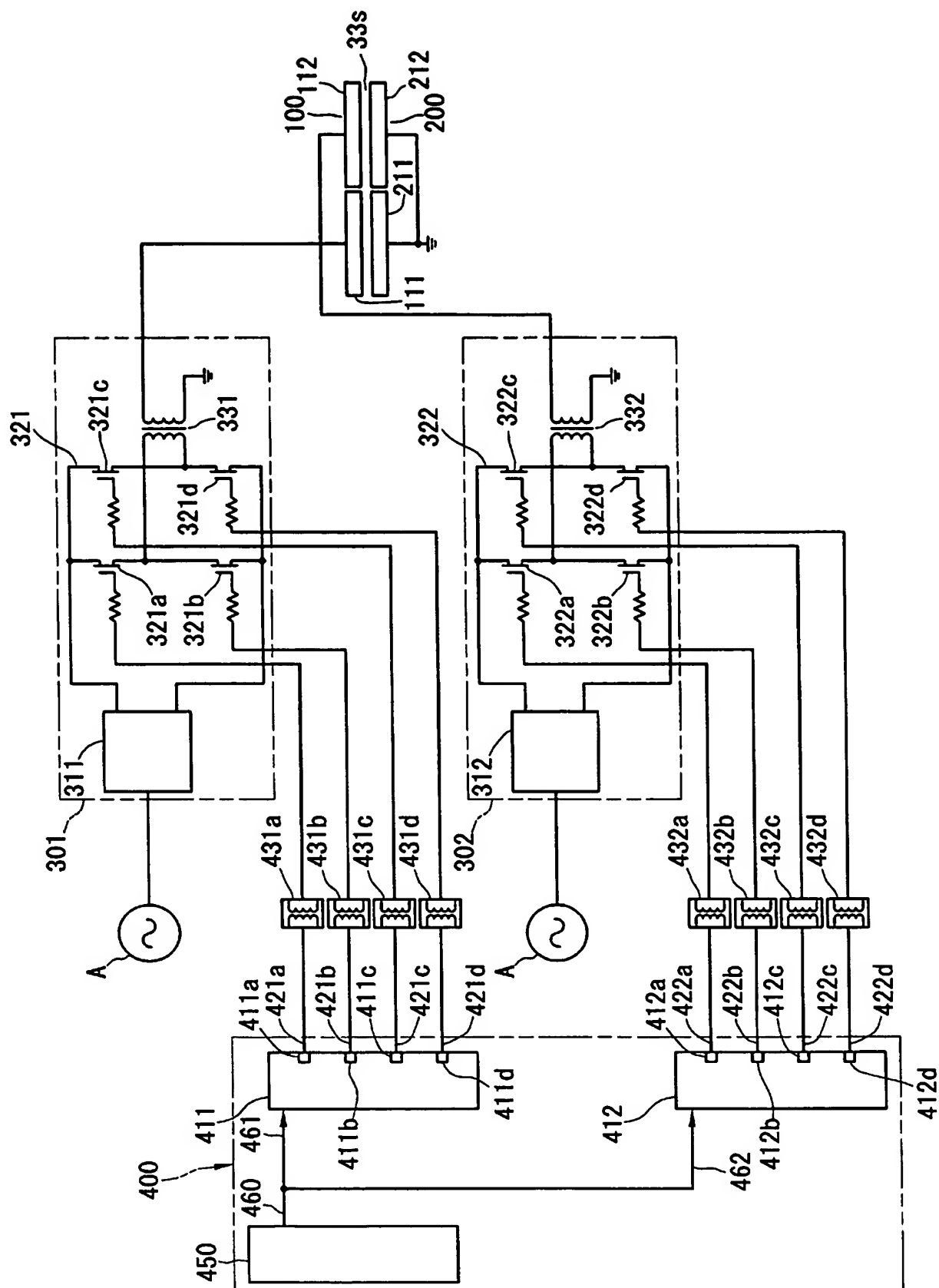
[図44]



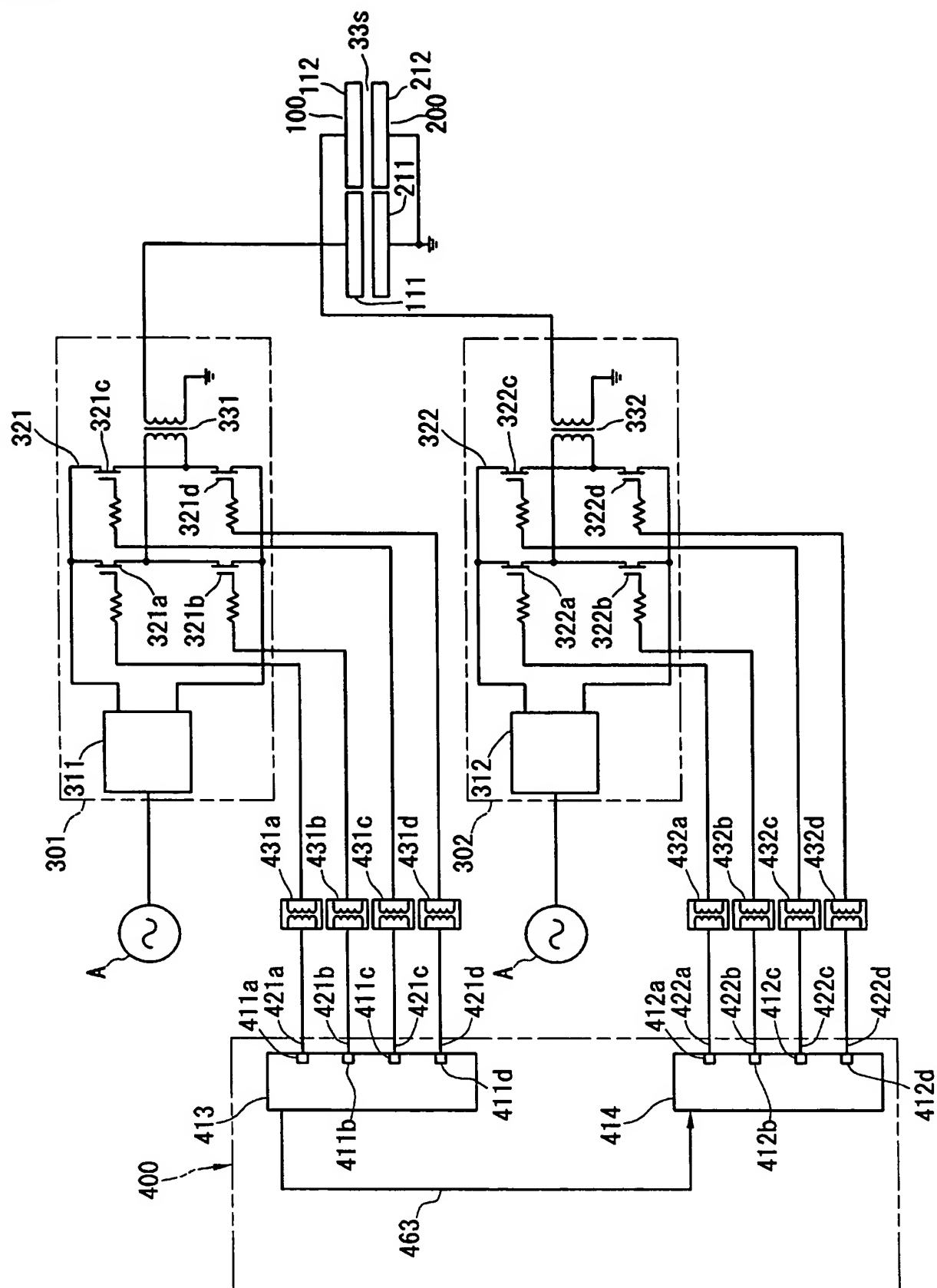
[図45]



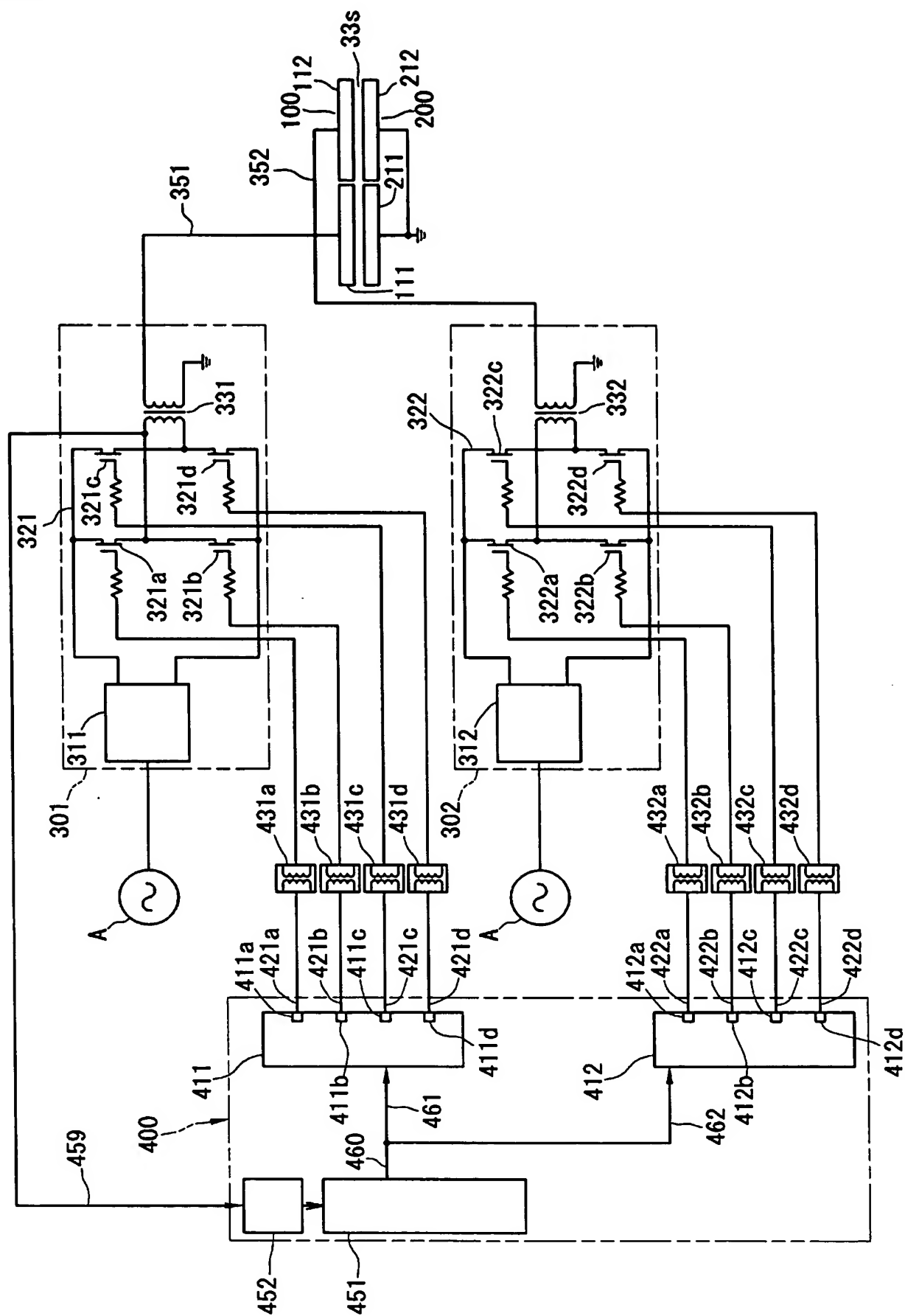
[図46]



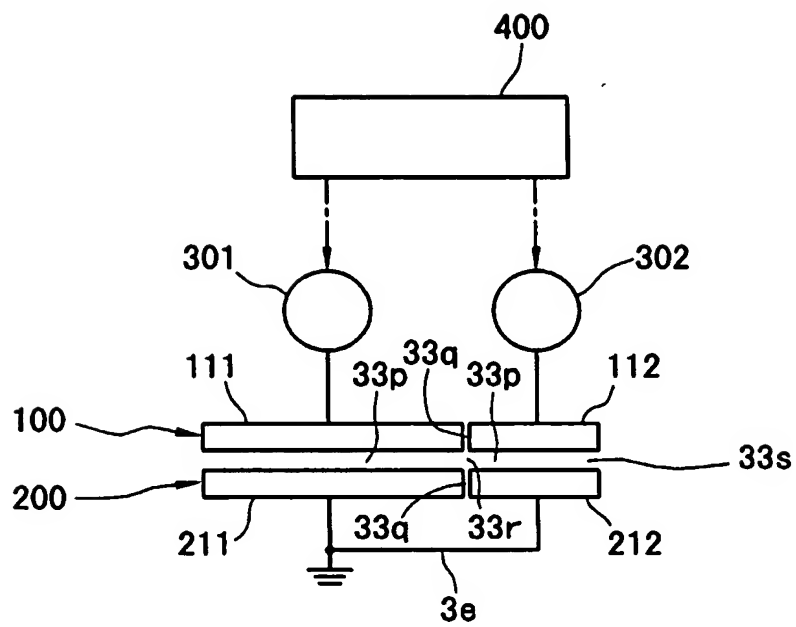
[図47]



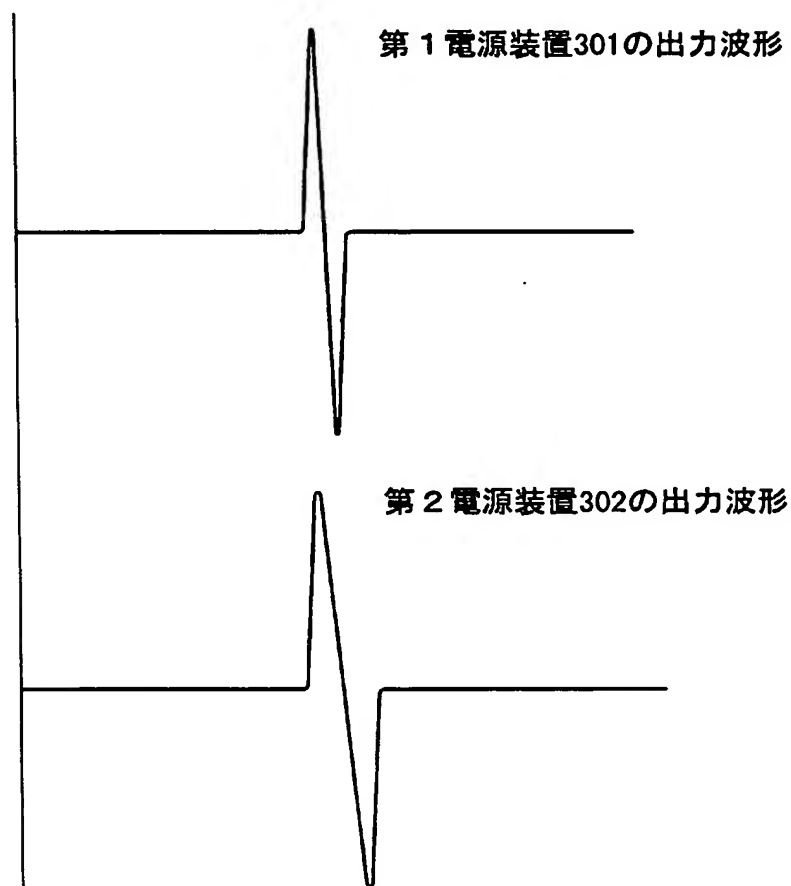
[図48]



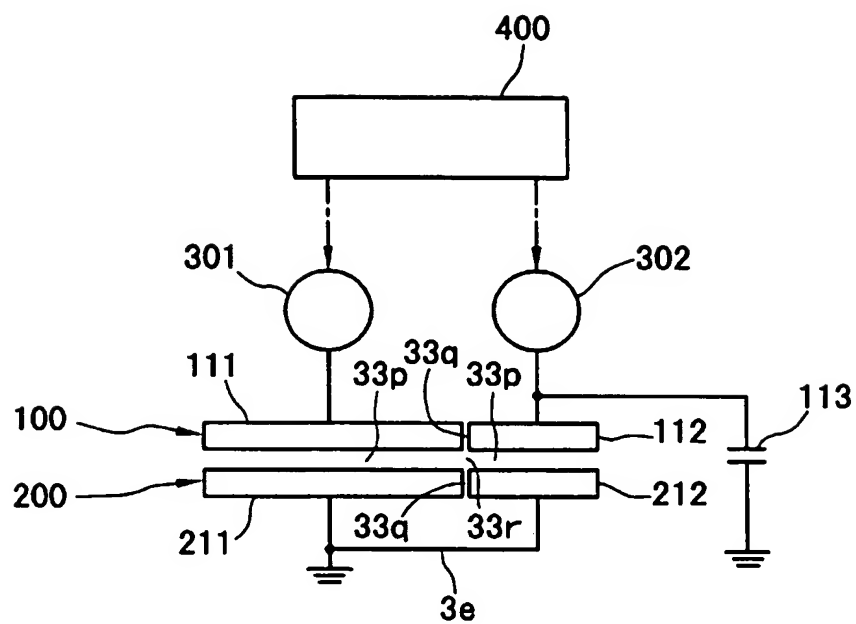
[図49(a)]



[図49(b)]



[図50]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010415

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H05H1/24, H01L21/3065, H01L21/31

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H05H1/24-1/46, H01L21/3065, H01L21/31, C23C16/515, C08J7/00, B01J19/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-158219 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 31 May, 2002 (31.05.02), Par. Nos. [0024] to [0028]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-6, 10-13, 16-26
Y	JP 11-246975 A (Niigata Institute of Technology), 14 September, 1999 (14.09.99), Par. Nos. [0013] to [0019]; Fig. 2 (Family: none)	1-6, 10-13, 16-26
Y	JP 5-59198 A (Softal Electronic GmbH), 09 March, 1993 (09.03.93), Par. Nos. [0019] to [0046]; Figs. 3, 4, 10, 13 (Family: none)	1-6, 10-13, 16-26

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 October, 2004 (27.10.04)

Date of mailing of the international search report
09 November, 2004 (09.11.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010415

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-226395 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 August, 1995 (22.08.95), Par. Nos. [0014] to [0019]; Figs. 1, 2, 10 to 14 & CN 1110832 A & US 5609690 A1 & KR 148086 B	1-6, 10-13, 16-26
Y	JP 5-239242 A (Balzers AG.), 17 September, 1993 (17.09.93), Par. Nos. [0020] to [0024]; Fig. 2 & EP 546367 A1 & US 5348632 A1	1-6, 10-13, 16-26
Y	JP 2000-500384 A (ARCOTEC OBERFLÄCHENTECHNIK GMBH.), 18 January, 2000 (18.01.00), Pages 13 to 15; Fig. 3 & WO 97/14546 A	1-6, 10-13, 16-26
Y	JP 2003-31504 A (Sharp Corp.), 31 January, 2003 (31.01.03), Par. No. [0034]; Fig. 8 (Family: none)	28-34
Y	JP 2003-203800 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 18 July, 2003 (18.07.03), Par. Nos. [0048] to [0081]; Figs. 4 to 8 (Family: none)	28-34
Y	JP 11-27961 A (Meidensha Corp.), 29 January, 1999 (29.01.99), Par. Nos. [0018] to [0031]; Figs. 1 to 6 (Family: none)	28-34
Y	JP 2002-69653 A (Anelva Corp.), 08 March, 2002 (08.03.02), Par. Nos. [0018] to [0031]; Figs. 1 to 6 & EP 1146569 A2 & US 2001-31542 A1	28-34
Y	JP 6-61185 A (Tokyo Electron Ltd.), 04 March, 1994 (04.03.94), Full text; all drawings (Family: none)	28-34

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05H1/24, H01L21/3065, H01L21/31

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05H1/24-1/46, H01L21/3065, H01L21/31, C23C16/515, C08J7/00, B01J19/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-158219 A(積水化学工業株式会社) 2002.05.31 段落0024-0028, 図1-4 (ファミリーなし)	1-6, 10-13, 16-26
Y	JP 11-246975 A(学校法人新潟工科大学) 1999.09.14 段落0013-0019, 図2 (ファミリーなし)	1-6, 10-13, 16-26
Y	JP 5-59198 A(ソフトル エレクトロニック ゲーエムベーパー) 1993.03.09 段落0019-0046, 図3, 4, 10, 13 (ファミリーなし)	1-6, 10-13, 16-26

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.10.2004

国際調査報告の発送日

09.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山口 敦司

2M

9216

電話番号 03-3581-1101 内線 6989

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 7-226395 A(松下電器産業株式会社) 1995.08.22 段落0014-0019, 図1, 2, 10-14 &CN 1110832 A &US 5609690 A1 &KR 148086 B	1-6, 10-13, 16-26
Y	JP 5-239242 A(バルツェルス アクチェンゲゼルシャフト) 1993.09.17 段落0020-0024, 図2 &EP 546367 A1 &US 5348632 A1	1-6, 10-13, 16-26
Y	JP 2000-500384 A(アルコテック オーバープレヒエンテヒニクゲーエムベーハー) 2000.01.18 第13-15頁, 図3 &WO 97/14546 A	1-6, 10-13, 16-26
Y	JP 2003-31504 A(シャープ株式会社) 2003.01.31 段落0034, 図8 (ファミリーなし)	28-34
Y	JP 2003-203800 A(積水化学工業株式会社) 2003.07.18 段落0048-0081, 図4-8 (ファミリーなし)	28-34
Y	JP 11-27961 A(株式会社明電舎) 1999.01.29 段落0018-0031, 図1-6 (ファミリーなし)	28-34
Y	JP 2002-69653 A(アネルバ株式会社) 2002.03.08 段落0018-0031, 図1-6 &EP 1146569 A2 &US 2001-31542 A1	28-34
Y	JP 6-61185 A(東京エレクトロン株式会社) 1994.03.04 全文, 全図 (ファミリーなし)	28-34